

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERIPE
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Marcus Vinícius de Matos Souza

SUSTENTABILIDADE APLICADA AO PROJETO ARQUITETÔNICO:
DIRETRIZES PARA UMA ESCOLA DE NÍVEL FUNDAMENTAL EM TOBIAS
BARRETO - SE

Laranjeiras - SE

2016

Marcus Vinícius de Matos Souza

**SUSTENTABILIDADE APLICADA AO PROJETO ARQUITETÔNICO:
DIRETRIZES PARA UMA ESCOLA DE NÍVEL FUNDAMENTAL EM TOBIAS
BARRETO - SE**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Antônio Souza

Laranjeiras - SE

2016

Marcus Vinícius de Matos Souza

**SUSTENTABILIDADE APLICADA AO PROJETO ARQUITETÔNICO:
DIRETRIZES PARA UMA ESCOLA DE NÍVEL FUNDAMENTAL EM TOBIAS
BARRETO - SE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em: 24 de Maio de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Arquiteto e Urbanista Wesley Lemos - Convidado

Profa. Ma. Sarah França - UFS

Prof. Dr. Fernando Antônio Souza - UFS

Dedico este trabalho a todos
que contribuíram e torceram para
esta minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram no decorrer desta minha jornada, de forma especial:

A Deus, que está comigo desde sempre;

A minha família, que sempre me apoiou nas minhas decisões da vida;

Ao orientador Fernando Antônio, que é um crítico construtivo, do jeito que eu gosto, e que teve um papel fundamental neste trabalho;

Aos meus amigos que ganhei junto com este curso para a vida inteira.

RESUMO

O tema sustentabilidade tem sido debatido em todo o planeta, principalmente devido a fatos como o aquecimento global. Utilizar a sustentabilidade na arquitetura é essencial para que possamos melhorar o conforto bioclimático, com materiais e técnicas que valorizem a eficiência energética, a arquitetura vernacular e a arquitetura solar. O presente trabalho tem como objetivo analisar esses e outros pilares importantes da sustentabilidade, passando pelos materiais e técnicas sustentáveis disponíveis no mercado, e, por fim, nos selos nacionais e internacionais utilizados nesse tema em todo o mundo. Desta forma, pontuou-se diretrizes para a elaboração de um projeto arquitetônico para uma escola de nível fundamental sustentável no semiárido, especificamente na cidade de Tobias Barreto, quanto à qualidade do entorno, materiais e sistemas de construção, a eficiência energética, arquitetura solar, o projeto sustentável, o paisagismo, a flexibilidade da edificação, o conforto bioclimático, a gestão do lixo e da água e a propagação de práticas sociais, para que trabalhadores e posteriormente moradores tenham conhecimento dos pilares da sustentabilidade, e se preocupem cada vez mais com o nosso planeta.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Arquitetura. Escola.

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA 1</u>	Painel fotovoltaico	13
<u>FIGURA 2</u>	Residência em harmonia com o meio ambiente	14
<u>FIGURA 3</u>	Casa de Taipa.....	14
<u>FIGURA 4</u>	Partido de escola com corredor.....	17
<u>FIGURA 5</u>	Tipos climáticos do estado de Sergipe	21
<u>FIGURA 6</u>	Mapa do estado de sergipe com destaque para a cidade de Tobias Barreto	22
<u>FIGURA 7</u>	Planta Baixa da E.M.E.F. Antônio Alves Barreto	24
<u>FIGURA 8</u>	Planta Baixa da E.M.E.F. Iraíldes Padilha de Carvalho	25
<u>FIGURA 9</u>	Planta Baixa da E.M.E.F. Paulo Freire	26
<u>FIGURA 10</u>	Planta Baixa da E.M.E.F. Telma de Souza Almeida	27
<u>FIGURA 11</u>	Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Antônio Alves Barreto.....	28
<u>FIGURA 12</u>	Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Paulo Freire	29
<u>FIGURA 13</u>	Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Iraíldes Padilha de Carvalho.....	30
<u>FIGURA 14</u>	Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Telma de Souza Almeida.....	31
<u>FIGURA 15</u>	cerâmica jacaré na cidade de itabaianinha - SE.....	35
<u>FIGURA 16</u>	Sistema KeraGail	36
<u>FIGURA 17</u>	Sede do SEBRAE em Brasília com a fachada automatizada	37
<u>FIGURA 18</u>	Cobertura Bemo-Roof	38
<u>FIGURA 19</u>	Cobertura Green-Roof	38
<u>FIGURA 20</u>	Placa de poliuretano estendido	39
<u>FIGURA 21</u>	Forro Armstrong	40
<u>FIGURA 22</u>	Piso Impact Soft EPDM	41
<u>FIGURA 23</u>	Cerâmica da cidade de Itapicuru, Bahia	48
<u>FIGURA 24</u>	Tijolo com dois furos.....	49
<u>FIGURA 25</u>	Areal em funcionamento no Povoado Lagoa Redonda, Itapicuru, Bahia.....	50
<u>FIGURA 26</u>	Areal sem funcionamento no Povoado Lagoa Redonda, Itapicuru, Bahia.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA	11
2.1	CRISE AMBIENTAL	11
2.2	PREOCUPAÇÃO COM O FUTURO	12
2.3	PROJETO SUSTENTÁVEL	15
3	ARQUITETURA ESCOLAR NO BRASIL	16
3.1	ESCOLA X ESPAÇO PÚBLICO	16
3.2	SALA DE AULA DO FUTURO	16
3.3	COMO SÃO AS SALAS DE AULA HOJE?	18
3.4	AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	19
3.5	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NA APO DAS ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL EM TOBIAS BARRET	20
4	SEMIÁRIDO SERGIPANO	21
4.1	TOBIAS BARRETO	23
4.2	APLICANDO A APO	24
4.3	DIAGRAMA DE PARETO	27
4.4	PROBLEMAS ENCONTRADOS	31
5	MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS	34
5.1	SUSTENTABILIDADE EM TOBIAS BARRETO	34
5.2	O QUE TEMOS DISPONÍVEL	35
5.3	SELOS E PRODUTOS SUSTENTÁVEIS	42
5.4	O QUE VAMOS UTILIZAR	47
6	DIRETRIZES PARA UM PROJETO ARQUITETÔNICO DE UMA ESCOLA DE NÍVEL FUNDAMENTAL SUSTENTÁVEL	53
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	59

1. INTRODUÇÃO

“O homem chega e já desfaz a natureza
Tira a gente põe represa, diz que tudo vai mudar
O São Francisco lá prá cima da Bahia
Diz que em menos de um dia, vai subir bem devagar
E passo a passo vai cumprindo a profecia
Do beato que dizia que o sertão ia alagar”
Sá e Guarabyra

A canção de Sá e Guarabyra trata das intervenções do homem sobre a natureza, que por vezes, provocam mudanças irreversíveis no espaço geográfico. Tais ações justificadas em nome do progresso mascaram os interesses econômicos da classe dominante e a agressão ao ambiente.

O desequilíbrio do processo natural do efeito estufa gera o aquecimento global que, por sua vez, tem provocado o aumento das temperaturas e, conseqüentemente, o derretimento das geleiras dos polos, a desertificação e problemas na agricultura. Os efeitos do aquecimento global tornaram-se uma pauta discutida diariamente e uma preocupação de ordem mundial. Fruto dessa conscientização, surgiu o documento Nosso Futuro Comum, de 1987, que traz pela primeira vez o conceito de sustentabilidade. Desde então, a definição estreita relações com governos e com a população.

A necessidade de contribuir com os problemas do planeta e o princípio de sustentabilidade propicia a elaboração de diretrizes para projetos arquitetônicos sustentáveis, que deverão contribuir para minimizar os impactos ao meio ambiente, não apenas durante a construção, mas também durante o uso diário das edificações propostas.

Tobias Barreto é um dos 75 municípios do Estado de Sergipe, o qual dispõem de uma área de 1.032, 829 km², com uma população estimada em 51.375 habitantes (IBGE, 2012), dos quais 26.540 estão na zona urbana. Está situada na microrregião Tobias Barreto. O mesmo nome se dá graças ao poder atrativo em relação aos vizinhos Simão Dias e Poço Verde. A economia é baseada na agropecuária, pequenas indústrias e atividades comerciais, com destaque para os bordados.

O município está estabelecido no semiárido brasileiro, o clima é tropical e não dispõe de uma generosa fonte de água potável. Tais características evidenciam a necessidade de projeto de arquitetura em sintonia com a realidade local.

As escolas tobienses carecem de instrumentos que amenizem a realidade do clima tropical na faixa semiárida brasileira, a exemplo de Holanda (1976), que desaconselha o uso do pensamento arquitetônico estrangeiro. É uma realidade diferente. Aqui tem-se a presença forte da natureza, da luz e do clima, e estes fatores que devem ser observados no projeto.

O mau uso da arquitetura nesses edifícios dificulta o processo de aprendizado, e acentua o desconforto ambiental, especialmente o térmico, que por sua vez prejudica o rendimento de alunos e funcionários dessas instituições de ensino.

A arquitetura nordestina tão explorada em cidades como Recife e João Pessoa é pouco difundida em outras regiões. Pretende-se utilizar o caso de Tobias Barreto como uma ação pioneira para as demais escolas da microrregião.

O objetivo deste trabalho, então, é propor diretrizes para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos sustentáveis direcionados às escolas de nível fundamental, localizadas em Tobias Barreto, no semiárido sergipano, tendo em vista a adequação das construções à realidade local, garantindo um bom uso dos recursos naturais para a atual e para as próximas gerações, já que o sertão não vai virar mar.

Para o desenvolvimento deste trabalho, inicialmente, foi elaborado um estudo sobre a sustentabilidade do planeta e, em seguida, a aplicação na arquitetura, sendo esta o objeto de estudo deste trabalho. Por meio da sustentabilidade aplicada a arquitetura, busca-se a contextualização da problemática, trabalhando com os recursos naturais de forma responsável, com foco em temas importantes, como a arquitetura solar, bioclimática, sustentável, vernacular e a eficiência energética.

Para a continuidade dos estudos, foi realizada uma avaliação da arquitetura escolar no Brasil, com enfoque na cidade de Tobias Barreto, tendo como foco as construções escolares de primeiro grau existentes na sede municipal em funcionamento, com o intuito de conhecer as dificuldades da arquitetura escolar praticada no semiárido de Sergipe. Essas dificuldades permitiram nortear a aplicação dos conceitos de sustentabilidade arquitetônica adotados para o semiárido.

Em seguida, foram analisadas as técnicas construtivas e os materiais sustentáveis disponíveis no mercado em todo o mundo, através de uma análise dos selos internacionais e nacionais, verificando-se, assim, a possibilidade de utilização para a cidade de Tobias Barreto, ao mesmo tempo em que se procurou estudar a arquitetura vernácula, no sentido de contribuir para a sustentabilidade da arquitetura do semiárido e formulação dos princípios de projeto.

Consequentemente, foram elaborados os parâmetros que deverão ser utilizados na concepção de um projeto de arquitetura sustentável para escolas de nível fundamental em

Tobias Barreto – SE. Princípios esses que nortearão a construção e o uso da edificação, garantindo, assim, a sustentabilidade hoje e futuramente para as próximas gerações.

O primeiro capítulo aborda a sustentabilidade na arquitetura a partir da compreensão da crise ambiental, da preocupação com o futuro e suas aplicações na arquitetura. O capítulo posterior explica a estrutura escolar brasileira atual, além da possibilidade da escola do futuro. No terceiro capítulo, realizou-se um estudo das condicionantes naturais e econômicas para a escolha dos materiais e técnicas construtivas. O penúltimo capítulo, discute acerca dos materiais e técnicas sustentáveis aplicadas e detalhes em relação aos selos nacionais e internacionais. O capítulo que encerra o desenvolvimento apresenta as diretrizes que devem ser seguidas, baseadas na arquitetura solar, bioclimática, sustentável, vernacular, na eficiência energética e nos selos estudados.

2 SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA

A sustentabilidade está relacionada diretamente com a minimização dos impactos ambientais provocados pelo homem. Seu conceito revela que é possível haver qualidade sem danificar desenfreadamente o ambiente, como tem sido usual. Apesar de presente desde 1987, a concepção sustentável tem passos curtos no cenário arquitetônico contemporâneo e ainda são escassas as construções que utilizam materiais e técnicas sustentáveis.

2.1 Crise ambiental

A preocupação com a crise ambiental passou a ser discutida pelos líderes políticos a partir da década de 1970, por meio da 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, cujo objetivo era estudar as estratégias para corrigir os problemas ambientais em todo o planeta, conforme foi pontuado por Keeler e Burke (2010). O evento pioneiro deu início a uma série de outros encontros que aconteceram nas décadas seguintes, entre eles, a Comissão de Brundtland, em 1984; o Protocolo de Montreal, em 1987; a Eco-92 no Rio de Janeiro, em 1992; o Protocolo de Quioto, em 1997; o Rio+10, em Joanesburgo, em 2002, e o Mapa de Bali, em Bali, em 2007. A profusão das informações debatidas nessas conferências tem colaborado para o aumento da parcela da sociedade, que busca alternativas menos nocivas ao ambiente.

Acontecimentos ao redor do mundo têm deixado os cientistas cada vez mais preocupados, fazendo com que cada vez mais haja uma atenção maior para este tema. Roaf *et*

al (2009) enumeram quatro eventos que fizeram com que o público começasse a pensar em sustentabilidade, a saber: a onda de calor na Europa em 2003, que matou mais de 35 mil pessoas, 15 mil só na França, sendo a maioria idosos; o apagão que atingiu mais de 50 milhões de pessoas na Costa Leste dos Estados Unidos ainda em 2003; o furacão Katrina, em 2005, que inundou a cidade de New Orleans, cuja atuação estadunidense foi deficiente no apoio social aos atingidos e, finalmente, o aumento dos preços do petróleo e do gás natural em todo o mundo, alertando para o fim dos combustíveis fósseis.

Cordella e Yannas (2003) pontuam que, desde os primórdios da humanidade, o homem procura proteger-se das intempéries, utilizando-se dos meios disponíveis no meio ambiente. Com o uso da tecnologia na arquitetura, principalmente as oriundas de energias renováveis, assim como defende Rogers (1998), faz com que reduzamos consideravelmente a energia gasta na construção de um edifício, se considerássemos que todas as construções seguissem essa linha. Segundo Porto (2009), para que o nosso planeta sobreviva, com uma qualidade de vida garantida para os atuais e futuros usuários, o desenvolvimento sustentável é imprescindível.

Portanto, diante da atual cena, resta à população, e principalmente aos líderes mundiais, exigirem que essa evolução tecnológica seja utilizada para melhorar o conforto ambiental, da presente geração e das que estão por vir.

2.2 Preocupação com o futuro

Corbella e Yannas (2003) afirmam que a primeira crise energética por conta do aumento do preço do petróleo na década de 70 motivou o uso da arquitetura solar nos edifícios. Em seguida, desenvolveu-se a Arquitetura Bioclimática, baseada na relação clima local e conforto ambiental. Dando continuidade à preocupação, surge a Arquitetura Sustentável, que integra a edificação ao meio ambiente, considerando o clima local e um menor consumo de energia, compatível com conforto ambiental. Romero (2007) ainda acrescenta a essas preocupações na arquitetura a arquitetura vernácula, como forma de enfrentamento da crise ambiental.

A arquitetura solar surgiu na década de 1970, citada por Romero (2007) como alternativa na utilização de fontes de energias naturais. Gauzin-Müller (2011) complementa que mesmo sabendo da necessidade de uma arquitetura ecológica há várias décadas, somente na Rio 92 a prática foi intensificada. Na conferência, ficou acordado o uso da madeira na construção para combater o aquecimento global, através do retardo do lançamento de carbono da decomposição e da combustão no ar. Romero (2007) acrescenta ainda e alerta que a “arquitetura bioclimática é uma área relativamente nova e pouco desenvolvida, mas que tem –

na arquitetura vernacular – os antecedentes que servem como exemplos de respostas adequadas do homem às exigências do meio ambiente”, sendo adequada ao lugar e aos materiais locais utilizados, até quanto à concepção arquitetônica, mediando o homem com o meio. A arquitetura vernácula, dessa forma, é aquela que utiliza conhecimentos empíricos transmitidos por várias gerações.

A arquitetura solar armazena a energia fornecida pelo sol através de placas ou painéis fotovoltaicos (Figura 1) ou sistemas de aquecimento de água reduzindo os custos de energia. A eficiência energética procura melhorar o uso das fontes de energia disponíveis, ou seja, uma utilização racional da energia fornecida, obtendo um melhor desempenho, com o menor gasto de energia possível.

Figura 1: Painel Fotovoltaico



Fonte: <http://www.acrarquitectura.com.br/images/energia-solar/painel-solar-3.jpg>, acessado em 31/03/2016, às 14:20h

É necessário considerar as condições climáticas para minimizar os impactos ambientais para que seja possível atender as diretrizes da arquitetura bioclimática, que visa a harmonia entre edificação e natureza (Figura 2), não apenas durante o processo de construção, estando presente também no pós-construção.

Figura 2: Residência em harmonia com o meio ambiente



Fonte: <http://cidadeverde.com/assets/uploads/noticias/49ca10546f4f2e0a624a27f6b080cb94.jpg>, acessado em 31/03/2016, às 15:20h

A arquitetura vernácula se caracteriza pelo uso de materiais, recursos e técnicas específicas disponíveis na região, passado de geração para geração, apresentando, assim, uma construção de caráter regional, a exemplo da casa de Taipa (Figura 3).

Logo, um projeto sustentável deve seguir os passos e diretrizes da arquitetura solar, bioclimática, sustentável, vernácula e com eficiência energética.

Figura 3: Casa de Taipa



Fonte: http://www.vitruvius.com.br/media/images/magazines/grid_6/ce9a_01-oliver.jpg, acessado em 31/03/2016, às 15:50h

2.3 Projeto sustentável

Em relação às fases de projeto sustentável, Szabo (2005) define arquitetura sustentável como uma arquitetura que avalia suas etapas – projeto, construção, uso e ocupação e/ou demolição – através de quatro itens: entorno, edificação em si, materiais e aspectos humanos e culturais. Já Porto (2009) conclui que a arquitetura sustentável deve ser uma síntese entre projeto, meio e tecnologia, considerando os aspectos econômicos, culturais e sociais. Keeler e Burke (2010) dizem que um projeto sustentável é equivalente a um projeto integrado, que é mais abrangente, pois requer várias decisões e estratégias referentes ao consumo de energia, dos recursos naturais e da qualidade ambiental. Por fim, Veiga (2011) diz que a sustentabilidade está sendo utilizada quando se quer expressar um pensamento de continuidade, durabilidade e perenidade, todas remetendo ao futuro, inclusive afirma que o ecossistema deve ser resiliente – capacidade de um sistema voltar ao seu estado natural, ao passar por uma situação crítica, fora da normalidade – para que o mesmo seja sustentável. Ainda no viés de Veiga (2011), não há uma resposta simples para a pergunta “O que é sustentabilidade?”, não há uma definição e existem vários abusos com o emprego desta expressão.

É imprescindível o uso da sustentabilidade na arquitetura, não só na execução do projeto, em si, mas no uso de práticas e técnicas sustentáveis desde a concepção de projeto e durante a construção, que consistem na aplicação e uso de materiais e técnicas que valorizem o meio ambiente, procurando ao máximo obter um conforto ambiental para os seus futuros usuários.

A utilização de estudos empíricos vernaculares, preocupando-se com a eficiência energética, é imprescindível para ser utilizado em um projeto de arquitetura específico para uma região semiárida, pontualmente, o semiárido sergipano, já que a preocupação dos governantes e da população existe, porém pouco é feito para que as novas edificações sejam adaptadas à região que está ou será inserida.

3 ARQUITETURA ESCOLAR NO BRASIL

Komaltowski (2001) adverte, com relação às edificações escolares, que estas seguem um projeto padrão, sem levar em conta as situações locais específicas, resultando em um ambiente com problemas de conforto ambiental e climático. Logo, o projeto arquitetônico escolar necessita de uma flexibilidade que permita ajustes, para as condições de implantação, postura que não é adotada no Brasil. No país, geralmente, está disponível um projeto padrão, que é executado sem considerar as especificidades locais, resultando em uma edificação com problemas.

O Brasil é um país tropical, e essa condição deve ser considerada na elaboração do projeto arquitetônico. De acordo com Corbella & Yannas (2003), na maior parte do território nacional, em função da significativa incidência da radiação solar, não é necessário adotar como partido arquitetônico grandes aberturas nas fachadas. Em vez disso, a grande preocupação para um país tropical deve ser a permeabilidade da construção, permitindo a ação dos ventos, logo, o conforto térmico.

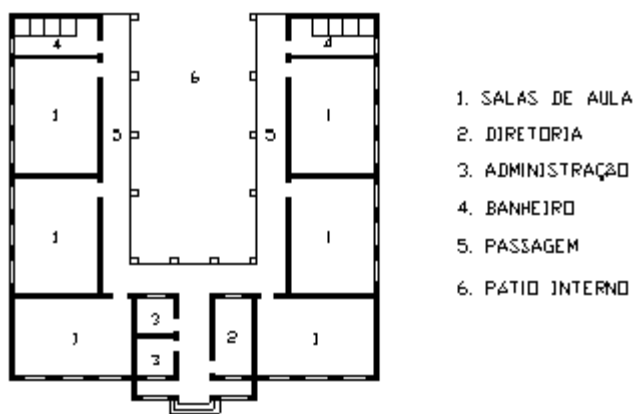
3.1 Escola x espaço público

Romero (2007) define o espaço público como “um espaço pensado como unidade arquitetônica, no qual elementos ambientais, climáticos, históricos, culturais e tecnológicos são os elementos que o configuram como estímulos dimensionais”. Assim, as escolas podem ser concebidas como espaços públicos, devendo, portanto, serem pensadas e planejadas para garantirem o conforto ambiental e climático para os seus usuários e visitantes, bem como para manterem a unidade arquitetônica histórica, cultural e tecnológica.

3.2 Sala de aula do futuro

Os partidos arquitetônicos escolares costumam ser restritos a dois padrões: primeiro, o de salas enfileiradas com acesso através de um corredor lateral e, segundo, por salas enfileiradas dos dois lados com acessos através de um corredor central.

Figura 4: Partido de escola com corredor



Fonte: http://www.pr.anpuh.org/resources/anpuhpr/anais/ixencontro/comunicacao-individual/AnaPPCorreia_arquivos/image002.gif, acessado em 26/04/2016, às 15:30h

A distribuição arquitetônica atual valoriza a autoridade do professor, estando em atrito com as novas tecnologias educacionais que visam a valorização do aluno, defendida por Komaltowski (2011):

No Brasil, a sala de aula do futuro é amplamente discutida, mas ainda dentro de um formato bastante tradicional e algumas variações na disposição dos móveis, com a inclusão de equipamentos, principalmente para projeção de imagens, ou alterações simples para trabalhos em grupo.

Romero (2001) defende que, ao conceber um projeto, deve-se analisar as funções do espaço interno; determinar as exigências térmicas; estabelecer o horário de ocupação e atividades internas e externas durante o ano; realizar o levantamento visual das edificações vizinhas e do clima a cada mês; analisar o possível uso de ar condicionado e aproveitar a energia solar passiva. Durante a fase de anteprojeto, deve-se verificar a forma e a orientação para a concepção do volume; os critérios de insolação e ventilação; os espaços exteriores; a estrutura térmica; a área envidraçada; e os métodos de proteção. Quanto ao detalhamento, deve-se realizar estudos mais aprofundados sobre os fechamentos opacos e transparentes; os sistemas de ventilação; a vegetação para os espaços externos; a cobertura verde, a tecnologia underground (construções enterradas) ou guarda-sol com ajustes; e os painéis fotovoltaicos. Itens esses que dificilmente são utilizados nas instituições de ensino brasileiras, o que faz com que as mesmas tenham problemas quanto à sustentabilidade, enfim, o conforto ambiental dos usuários, fatores estes que se podem amenizar o impacto ambiental tanto na construção da edificação, quanto ao uso diário.

Komaltowski (2011) aponta os seguintes aspectos a serem considerados: minimização do impacto da característica natural no terreno; utilização dos recursos energéticos da terra; utilização de materiais recicláveis, que não emitam vapor tóxico; e minimização do consumo de água, reutilizando a água da chuva. Outros fatores importantes, para este mesmo autor, são os acessos e fluxos do entorno e no interior da escola em relação não só à infraestrutura urbana, como também às vias de trânsito. Por isso, recomenda-se um estudo especial para a implantação de um projeto de uma unidade escolar. E finaliza concluindo que “A arquitetura sustentável é uma das chaves para projetos de alto padrão de desempenho e deve ser explorada como uma ferramenta de ensino sobre a importância dessa prática para o planeta”.

O que justifica a necessidade de diretrizes para o projeto são, segundo Komaltowski (2011): economia pela produção em massa; redução do custo e do tempo de elaboração do projeto; mão de obra especializada; menos falhas na execução; possibilidade de montagem rápida; não identificação das edificações a uma determinada administração ou momento político.

Logo, a sala de aula do futuro não requer uma mudança drástica quanto ao seu espaço, suas medidas, e sim quanto ao conforto e bem-estar dos usuários, quanto ao uso da tecnologia, para que o professor saia do método tradicional, e para que o partido arquitetônico tenha sido pensado e definido de acordo com a região em que essa sala de aula será inserida.

3.3 Como são as salas de aula de hoje?

Komaltowski (2011) defende a avaliação Pós-Ocupação (APOs) nos prédios escolares para medir a qualidade ambiental, identificar as patologias, observar as respostas humanas e as condições construtivas, fazendo parte do processo de projeto, evitando a repetição de erros, já que nem todos os problemas são eliminados por normas.

Este mesmo autor afirma que muitas pesquisas de avaliação do ambiente escolar utilizam o desenho para conhecer os desejos das crianças, sendo que no Brasil elas se dividem em três categorias: as que estão em situação de risco social (as crianças de rua, por exemplo), que sentem falta de parques e brinquedos, e que na casa que aparece para brincar só existe no seu imaginário; as de escolas públicas, que desenham muitas crianças, vegetação e brinquedos; e as de escolas particulares, que desenham como brinquedos aparelhos de som, bichinhos de pelúcia e televisão.

Komaltowski (2011) ainda defende que se devem elaborar questionários para professores, funcionários, diretoria e alunos, com objetivos específicos, para a compreensão

dos aspectos de conforto ambiental, térmico, visual e acústico, ergonomia, funcionalidade, e com as opções ótimo, bom, ruim e péssimo. Assim, para se conhecer a situação das escolas de ensino fundamental existentes e em uso na cidade de Tobias Barreto, será realizada uma avaliação de pós-ocupação.

3.4 Avaliação pós-ocupação do ambiente construído nas escolas

Ornstein (1992) defende que a eficiência do ambiente construído deve ser medida pela satisfação dos usuários. Trata-se de uma avaliação realizada na Europa desde a década de 70 e desde a década de 60 nos Estados Unidos, combinando avaliação técnica e o ponto de vista dos usuários; que têm como objetivo avaliar os fatores técnicos, funcionais, econômicos, estéticos e comportamentais do ambiente em uso, juntamente com a opinião dos técnicos, projetistas e usuários, diagnosticando os aspectos positivos e negativos e tentando minimizar, ou até mesmo corrigir, problemas detectados no próprio ambiente construído submetido. A avaliação e utilização dos resultados destas avaliações sistemáticas (estudos de caso) buscam otimizar o desenvolvimento de projetos futuros. Enfim, é um método que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, numa decisão tomada por todos os agentes envolvidos.

Nesse sentido, a avaliação de pós-ocupação é uma ferramenta importante para contribuir com a definição de diretrizes sustentáveis para construir em uma região semiárida, levando em conta os fatores avaliados de acordo com as respostas dos seus usuários.

3.5 Critérios de avaliação utilizados na APO das escolas de ensino fundamental em Tobias Barreto

Ornstein (1992) elaborou 06 critérios para avaliação de APO, porém serão discutidos apenas dois deles: a Avaliação Técnico-Construtiva e Conforto Ambiental e a Avaliação Técnico Funcional, já que estão relacionados com a elaboração de diretrizes para um futuro projeto arquitetônico sustentável.

Para a Avaliação Técnico-Construtiva e Conforto Ambiental, o mesmo autor propõe a análise de tópicos como solos, estruturas, cobertura, drenagem, segurança contra incêndio, divisórias, revestimentos, forros, pinturas, acabamentos, todas as instalações, paisagismo, conforto térmico e acústico, ventilação e iluminação natural e artificial. Quanto à Avaliação Técnico Funcional, estrutura-se na análise do programa do projeto, áreas e dimensões mínimas,

circulação interna e externa, áreas de lazer e descanso, potencial para mudanças e/o ampliações, segurança contra acidentes e roubos, acessibilidade, relação entre as áreas e outros.

Conforme Ornstein (1992), após realizada a coleta de dados, constroem-se diagramas de Pareto, que são fundamentais para as sínteses dos levantamentos e diagnósticos. Daí, então, serão desenvolvidas as recomendações para curto, médio e longo prazo. Utilizando a fórmula, onde “e” é o erro da pesquisa e “n” o número total de pessoas, foi criada uma tabela que define a quantidade de pessoas a serem entrevistadas de acordo com a população total, dependendo do erro que o pesquisador deseja obter, sendo variável de 1% a 10%.

Tabela 1: Tabela de amostras casuais simples para nível de confiança de 95%

POPULAÇÃO		MARGEM DE ERRO (e)					
DE	A	1	2	3	4	5	10
	100	X	X	X	X	80	50
101	150	X	X	X	X	109	60
151	200	X	X	X	X	133	67
201	250	X	X	X	X	154	72
251	300	X	X	X	203	172	75
301	350	X	X	X	225	187	78
351	400	X	X	X	244	200	80
401	450	X	X	320	261	212	82
451	500	X	X	315	279	222	83

Fonte: (ORNSTEIN, 1992)

Segundo Ornstein (1992), as APOs mais comuns no Brasil são aquelas baseadas na escala de valores numéricos, atribuindo notas, de acordo com o grau de satisfação ou não do usuário, podendo atingir o valor de 4 a 6 pontos. O autor defende que o diagrama de Pareto é um instrumento eficaz no controle de qualidade. A leitura em forma de barras horizontais facilita o estudo dos aspectos positivos e negativos. A cada 100 problemas, falhas ou aspectos negativos, a análise de Pareto demonstra que cerca de 20% deles são responsáveis por 80% dos custos dos erros e omissões. Caso resolvidos de 10% a 15% dos problemas, haveria uma redução com os custos qualitativos em torno de 50%.

Com a obtenção dos resultados, elabora-se um gráfico com barras horizontais e em ordem decrescente das notas obtidas – as barras superiores representam os aspectos negativos, enquanto as inferiores, os positivos. Dos problemas detectados abaixo da média, analisam-se 20% destes, segundo o ponto de vista dos próprios usuários.

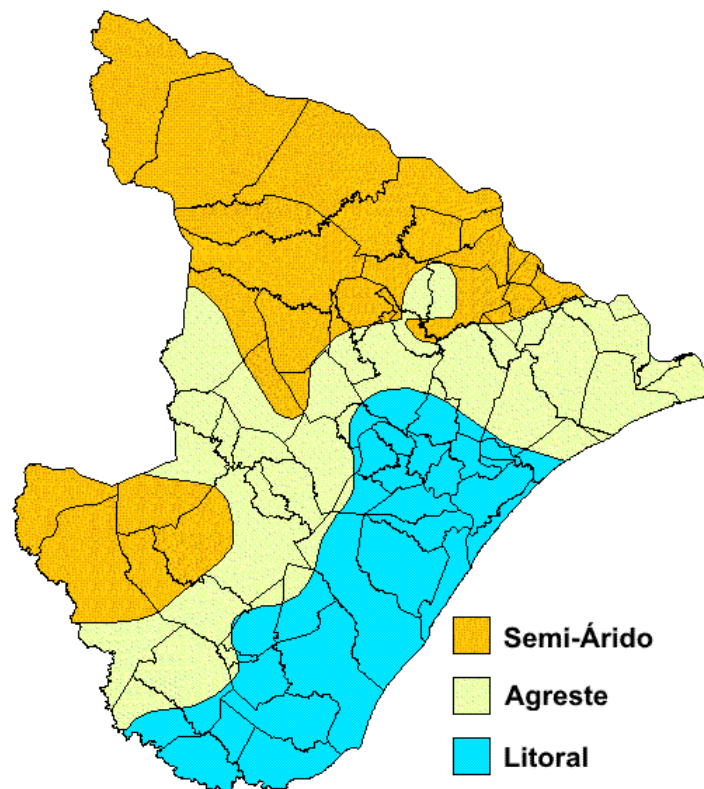
4. SEMIÁRIDO SERGIPANO

A região semiárida caracteriza-se pela presença do bioma da caatinga, que constitui o sertão. Em função da pouca energia que as massas de ar (Equatorial Atlântica, Equatorial Continental, Polar) chegam ao nordeste, as chuvas são escassas, e o clima seco e quente.

O semiárido sergipano abrange a região centro-sul e o alto sertão sergipano. (Figura 3). Tucci e Braga (2003) esclarecem que essa região detém alta variabilidade climática, associada a um elevado nível de vulnerabilidade e à ocorrência de secas, que castigam a população local e alimenta o imaginário popular brasileiro de forma bastante negativa.

“Por cima da cachoeira o gaiola vai subir
Vai ter barragem no salto do Sobradinho
E o povo vai-se embora com medo de se afogar.”
Sá e Guarabyra

Figura 5: Tipos climáticos do Estado de Sergipe



Fonte: <http://www.semarh.se.gov.br/meteorologia/uploads/img4b82d36205b51.gif>,
acessado em 04/12/2015, às 16:23h

Santos e Andrade (1992), a partir dos dados pluviométricos médios, com valores mensais e anuais apresentados pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste), dividiram o Estado de Sergipe em quatro sub-regiões, sendo a região semiárida, caracterizada com precipitações oscilando entre 500 e 700 mm de leste para oeste; o Município de Riachão do Dantas, com uma alta altitude, se encontra na sub-região oeste, a mais úmida desta região. Tem entre 8 e 9 meses secos por ano e entre 1 e 3 meses úmidos. Sua vegetação predominante é a caatinga arbustiva densa, com algumas manchas como pasto natural e cultivo de subsistência.

Figura 6: Mapa do Estado de Sergipe com destaque para a cidade de Tobias Barreto



Fonte: https://familysearch.org/learn/wiki/pt/images/2/29/Sergipe_Municip_Tobias_Barreto.svg.png, acessado em 10/02/2016, às 14:28h

Trabalhar a sustentabilidade nesta região de clima complexo, com pouco poder aquisitivo e que adota projetos arquitetônicos e técnicas construtivas que não atendem as demandas locais, como demonstram as avaliações de APO aplicadas nas escolas de ensino fundamental em Tobias Barreto, em geral, seguindo projetos de escolas padrão, vindas do Governo Federal sem a preocupação com as especificidades da sub-região, é de extrema importância, por ser um trabalho pioneiro que, com certeza, abrirá um leque que trará às futuras escolas municipais da região mais conforto para os seus usuários para que a função principal da edificação, que é aprender, não seja prejudicada.

4.1 Tobias Barreto

Localizada na região semiárida sergipana, a cidade de Tobias Barreto tem uma população estimada, em 2015, em 51.375 habitantes, segundo o IBGE (2012), com uma área de unidade territorial de 1 032,829 Km² e uma densidade demográfica de 0,05 habitantes por Km². O nome Tobias Barreto é em homenagem ao seu filho ilustre, Tobias Barreto de Menezes, filósofo, escritor e jurista brasileiro, que era patrono da Cadeira n°38 da Academia Brasileira de Letras.

Tobias Barreto, segundo o IBGE (2012), tem 408 professores de Ensino Fundamental, 93 professores no ensino médio, sendo 52 o número de escolas de ensino fundamental e médio em todo o município.

A cidade tem como principais atividades econômicas a agricultura, pecuária e o comércio. Quanto à agricultura, prevalece a cultura de subsistência, com uma pequena comercialização dos excedentes. A principal atividade econômica tobiense é o comércio de atacado e varejo no ramo de confecções, bordados, cama, mesa e banho, em função dos quais a cidade recebe turistas de toda a região, e de outros estados, nas feiras dos domingos, segundas e quintas-feiras, por isso, a cidade é conhecida como “A Capital dos Bordados”.

Com uma grande extensão territorial, o município tem escolas espalhadas pelos povoados, e dez escolas localizadas na zona urbana, sendo a maioria, de ensino fundamental, conforme a Tabela 2. De acordo com o IBGE (2012), a matrícula de ensino fundamental chega a cerca de 9.532 alunos e 1.476 na pré-escola.

Tabela 2 – Escolas da cidade de Tobias Barreto

Ensino - Matrículas, Docentes e Rede Escolar - 2012		
Escolas - Ensino fundamental	47	Escolas
Escolas - Ensino médio	5	Escolas
Escolas - Ensino pré-escolar	34	Escolas

Fonte: IBGE, 2012.

Assim como toda a região semiárida sergipana, o município de Tobias Barreto dispõe de um clima seco, altitude de pouco mais de 100 metros, com poucos meses de incidência de chuva durante o ano. Dessa forma, fica claro que há uma necessidade de se desenvolverem as recomendações para um projeto sustentável para essa cidade, que, com certeza, trará uma melhoria no quesito conforto ambiental das edificações.

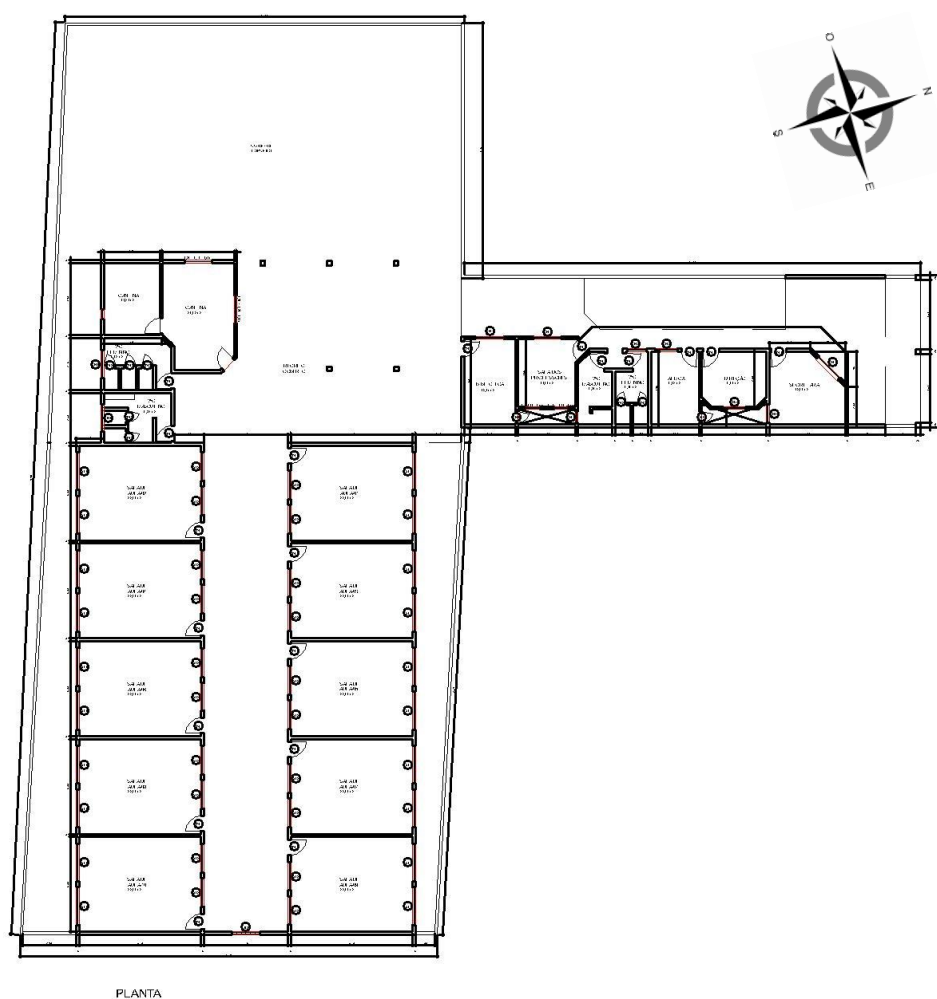
Figura 8: Planta Baixa da Escola Municipal de Ensino Fundamental Iraíldes Padilha de Carvalho



Fonte: Arquivos da Secretaria Municipal de Educação da cidade de Tobias Barreto

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Paulo Freire, localizada na Rua Antônio Valentim Ferreira Filho, que tem entre 101 e 150 alunos aptos a serem pesquisados, sendo entrevistadas 60 crianças, obtendo uma precisão de 95 % e uma margem de erro de 10%;

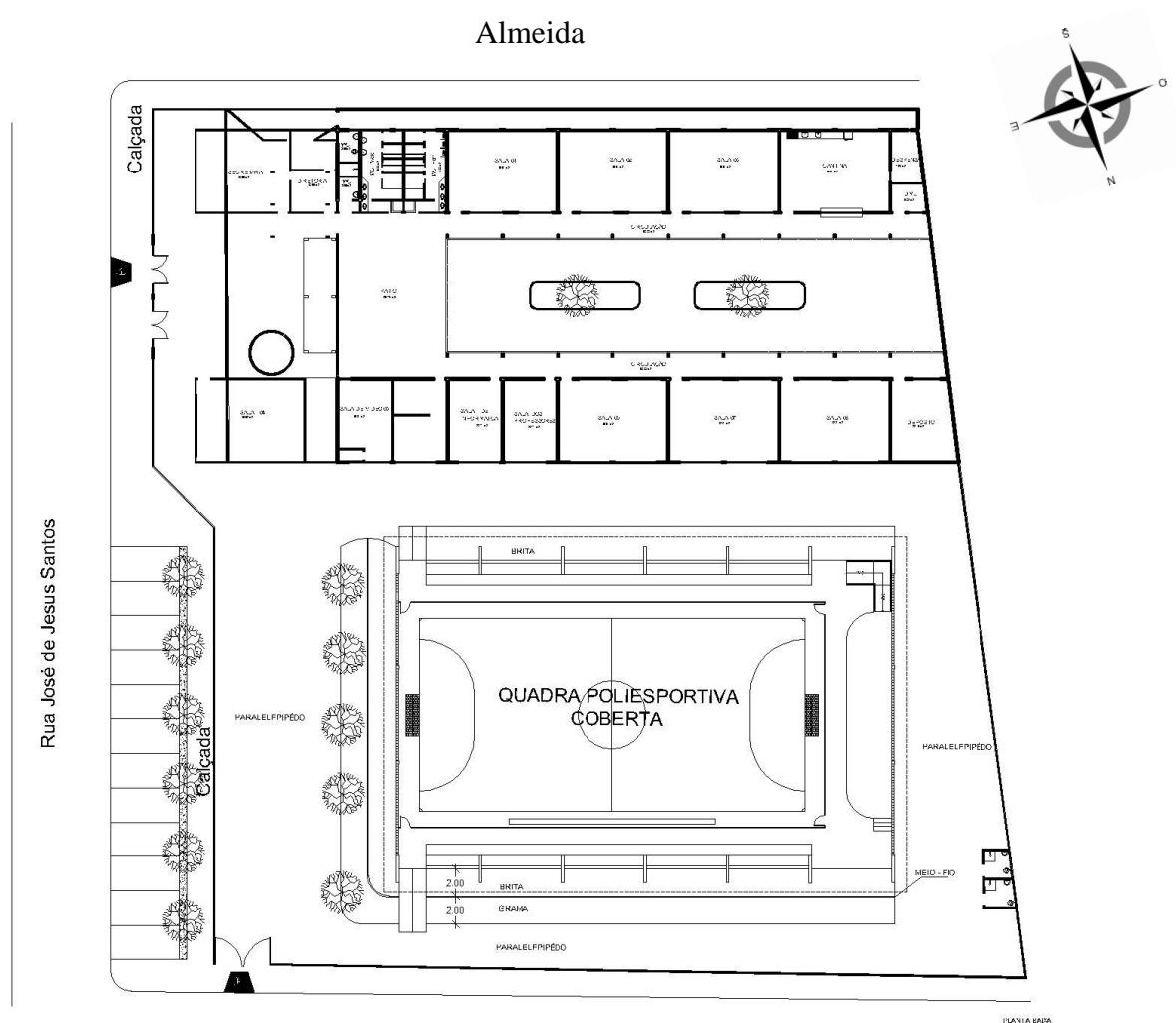
Figura 9: Planta Baixa da Escola Municipal de Ensino Fundamental Paulo Freire



Fonte: Arquivos da Secretaria Municipal de Educação da cidade de Tobias Barreto

Por fim, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Telma de Souza Almeida, localizada na Avenida Rotary Club, que tem entre 451 e 500 alunos aptos a serem pesquisados, sendo entrevistadas 83 crianças, de modo a se obter uma precisão de 95 % e uma margem de erro de 10%.

Figura 10: Planta Baixa da Escola Municipal de Ensino Fundamental Telma de Souza Almeida



Fonte: Arquivos da Secretaria Municipal de Educação da cidade de Tobias Barreto

4.3 Diagrama de Pareto

As quatro escolas acima citadas foram escolhidas para aplicar os questionários e assim levantar os dados para elaboração dos diagramas de Pareto. O Diagrama de Pareto é um gráfico de colunas que tem como objetivo compreender a relação ação – benefício, priorizando a ação que trará um melhor resultado, ordenando as frequências das ocorrências em ordem decrescente, e foi criado por Vilfredo Pareto, sociólogo e economista Italiano. Para construí-lo, utiliza-se os dados colhidos na pesquisa, ordenando-os de forma decrescente, visualizando os problemas que os entrevistados pontuaram da edificação.

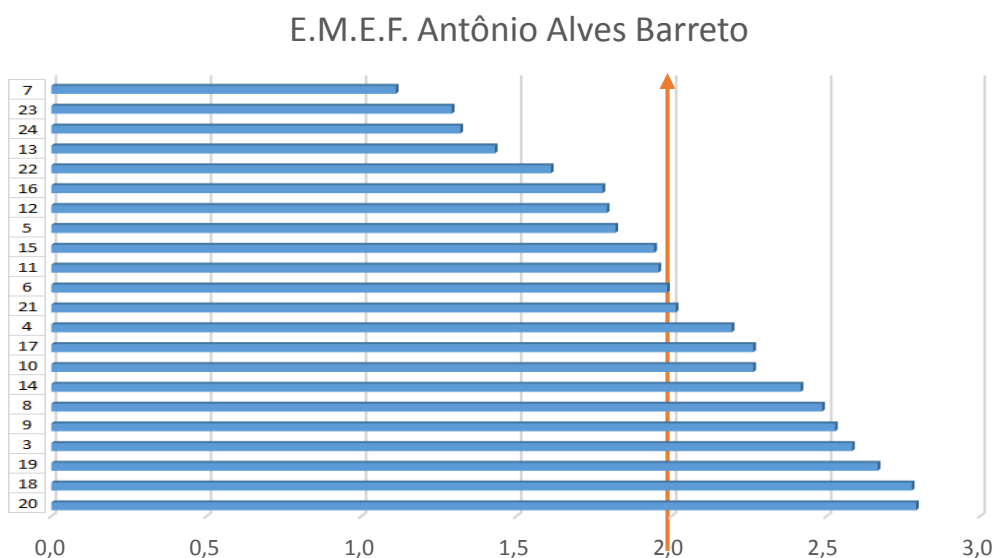
O questionário é composto por 24 perguntas, sendo utilizadas para a construção do gráfico as respostas obtidas da terceira a vigésima quarta perguntas, são elas: 3) Como você qualifica as salas de aula quanto ao tamanho? 4) Como você qualifica as salas de aula quanto à

iluminação? 5) Como você qualifica as salas de aula quanto aos ruídos internos? 6) Como você qualifica as salas de aula quanto aos ruídos externos? 7) Como você qualifica as salas de aula quanto à temperatura no verão? 8) Como você qualifica as salas de aula quanto à temperatura no inverno? 9) Qual a sua opinião quanto à largura dos corredores? 10) Qual a sua opinião quanto ao uso da escola pelo deficiente físico? 11) Qual a sua opinião quanto à localização dos sanitários? 12) Qual a sua opinião quanto à quantidade de sanitários? 13) Qual a sua opinião quanto à ventilação dos sanitários? 14) Qual a sua opinião quanto à sinalização interna da escola? 15) Como você qualifica a segurança da escola contra terceiros? 16) Como você qualifica a segurança da escola contra fogo? 17) Como você qualifica a segurança da escola contra acidentes? 18) Como você qualifica a localização da secretaria? 19) Como você qualifica a localização da diretoria? 20) Como você qualifica a localização da cantina? 21) Quanto à aparência externa da escola, qual a sua avaliação? 22) Quanto à área de lazer da escola, qual a sua avaliação? 23) Quanto à localização dos bebedouros, qual a sua avaliação? 24) Quanto à facilidade de manuseio das janelas, qual a sua avaliação?

O questionário, anexo 1 deste trabalho, contém as questões aplicadas na íntegra, bem como a numeração das respostas, que podiam variar entre 1 e 5, resultando numa média 2, de acordo com os gráficos.

A Escola Antônio Alves Barreto (E.M.E.F.) tem quatro turmas do 6º ao 9º ano do turno vespertino aptas a responderem ao questionário, somando um total de 150 alunos. O questionário foi respondido por 72 deles, como segue.

Figura 11: Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Antônio Alves Barreto



Fonte: Próprio autor, 2016

Analisando o gráfico construído, verificamos que foram detectados pelos alunos, 11 itens abaixo da média, que é 2. A análise Diagrama de Pareto demonstra que cerca de 20% dos problemas, falhas ou aspectos negativos são responsáveis por 80% dos custos dos erros e omissões, e que resolvendo de 10 a 15% dos problemas, reduz os custos de qualidade em torno de 50%.

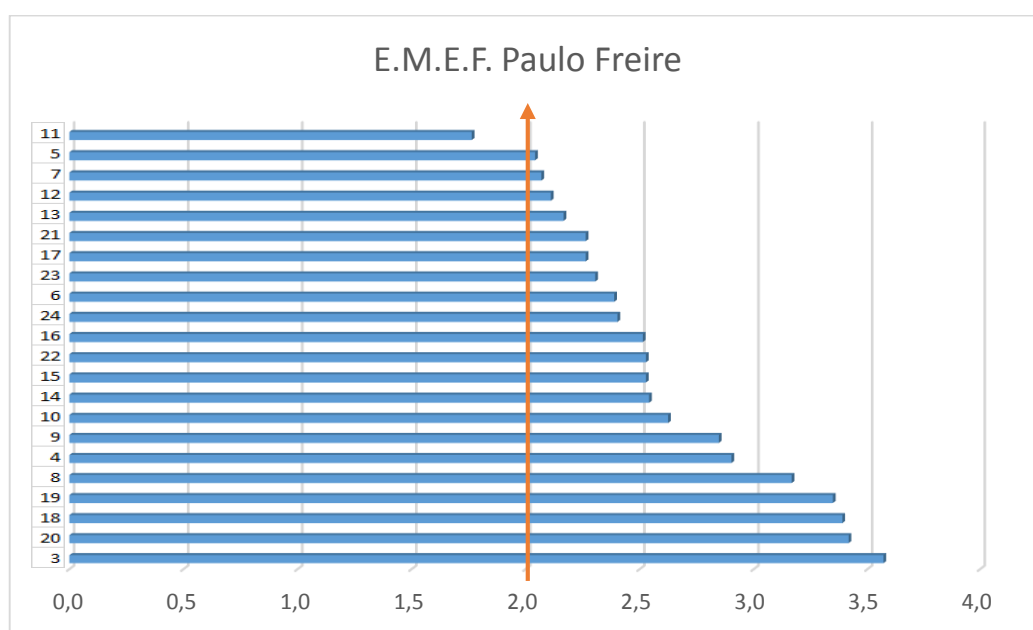
O item com a menor média foi a temperatura no verão nas salas de aula. A partir da análise do projeto arquitetônico, percebemos que a parede lateral de todas as salas são voltadas para o poente. A partir do meio dia, torna-se impossível utilizar as salas de aula sem cobrir as aberturas com cortinas. O projeto escolar é elaborado pela esfera Federal como tipologia padrão, sem considerar os condicionantes locais, nem o público a ser atendido.

O manuseio das janelas também teve média inferior a 2, já que elas devem permanecer fechadas para o desenrolamento da aula durante a tarde, em especial. Ainda abaixo da média, destaca-se também os problemas com os ruídos externos e internos, já que não existe nenhuma técnica construtiva referente ao isolamento acústico.

No caso desta escola, resolvendo 3 dos 11 itens abaixo da média, a qualidade da escola melhoraria em 50%.

A Escola Paulo Freire (E.M.E.F.) tem quatro turmas do 4º e 5º ano dos turnos matutino e vespertino aptas a responder o questionário, somando um total de 110 alunos. O questionário foi respondido por 63 deles, como segue:

Figura 12: Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Paulo Freire

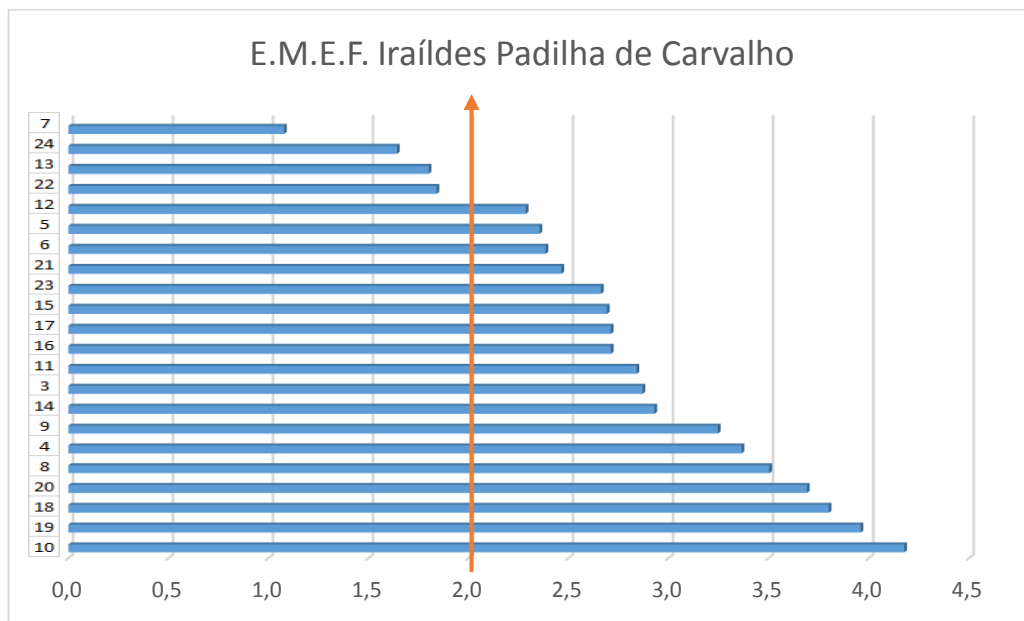


Fonte: Próprio autor, 2016

A pesquisa respondida pelos alunos desta escola revela apenas 1 item abaixo da média 2. Este se refere à localização dos sanitários, que, de acordo com os entrevistados, é muito distante das salas de aula. A NBR 9050 recomenda uma distância aos banheiros de até 50m, estando a escola dentro desse limite. Logo, o projeto satisfaz aos usuários quanto ao seu funcionamento.

A E.M.E.F. Iraíldes Padilha de Carvalho tem nove turmas do 5º ao 9º ano (modalidade Educação para Jovens e Adultos) nos turnos vespertino e noturno aptas a responderem o questionário, somando um total de 330 alunos. O questionário foi respondido por 101 deles, como segue:

Figura 13: Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Iraíldes Padilha de Carvalho



Fonte: Próprio autor, 2016

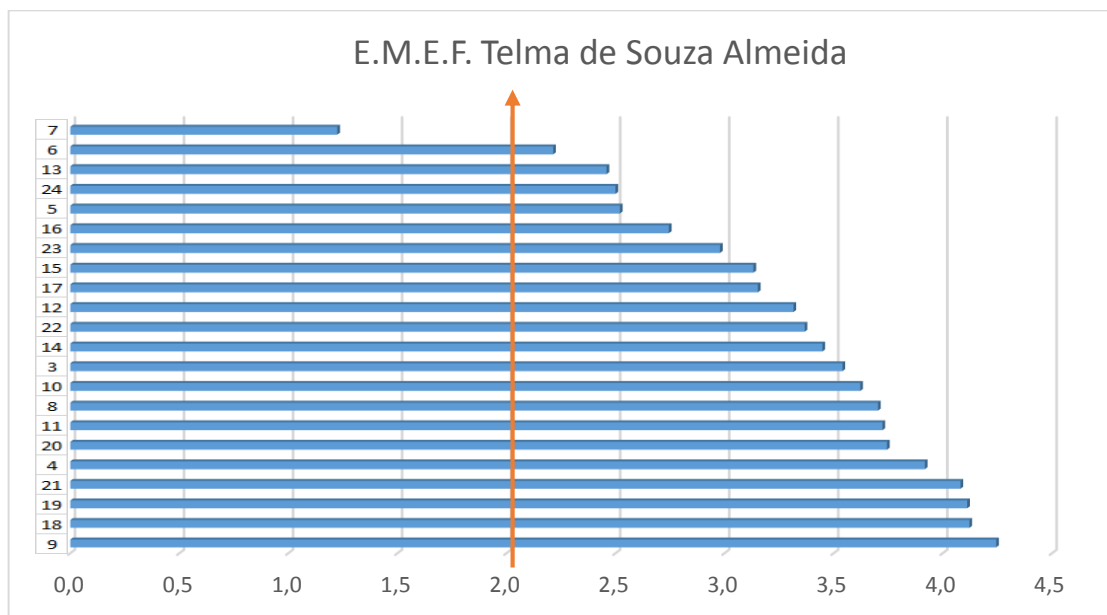
A pesquisa respondida pelos alunos desta escola revela 4 pontos abaixo da média 2, a saber: 7, 24, 13 e 22. O item 7 refere-se à temperatura das salas de aula no verão. No caso desta escola, a implantação do prédio toma quase todo o terreno sem se preocupar com as questões referentes à ventilação e à iluminação. As salas de aula dispõem de ventiladores e de ar condicionado para amenizar a temperatura e a luz artificial para iluminação, insuficiente, inclusive, durante o dia.

Os outros três itens abaixo da média são o 13 referente a ventilação dos sanitários; o item 22 sobre a falta de área de lazer no espaço escolar; e o item 24 quanto ao manuseio das

janelas. No caso desta escola, resolvendo apenas um problema, a qualidade da escola melhoraria 50%. Entretanto, em função da falta de espaço, apenas o item 24 é passível a correção.

A E.M.E.F. Telma de Souza Almeida tem dez turmas dos 5º ao 9º ano (modalidade Educação para Jovens e Adultos) nos três turnos aptas a responderem o questionário, totalizando 480 alunos. O questionário foi respondido por 98 deles, como segue:

Figura 14: Diagrama de Pareto da E.M.E.F. Telma de Souza Almeida



Fonte: Próprio autor, 2016

A pesquisa respondida pelos alunos desta escola revela apenas 1 ponto abaixo da média 2. O item 7 referente à temperatura das salas de aula no verão. Através da análise da planta baixa, verificamos que a mesma tem a possibilidade de se obter ventilação cruzada, com um pátio central, com um recuo nas laterais das salas de aula, porém, foi construída uma quadra poliesportiva, dentro do terreno da escola, bem ao lado das salas de aula, o que fez com se interrompesse a ventilação e iluminação causando vários transtornos quanto ao conforto térmico da mesma.

4.4 Problemas encontrados

Das quatro escolas onde foram aplicadas, a Escola Municipal de Ensino Fundamental Antônio Alves Barreto foi a que mais teve itens abaixo da média, totalizando 11 itens (7, 23, 24, 13, 22, 16, 12, 5, 15, 11 e 6). O item 7 foi o de pior média, que é sobre a temperatura no

verão. Um projeto que não considera a insolação revela a despreocupação com o bem-estar dos usuários, e no caso de uma escola, além acentuar o conforto térmico, compromete o rendimento estudantil.

Outra grande queixa foi em relação à localização, quantidade e ventilação dos sanitários – itens 11, 12 e 13 – A observação da planta baixa da escola revela sanitários distantes e apenas duas bacias sanitárias por sexo para toda a unidade de ensino.

A baixa média dos itens 15 e 16 denunciam a desproteção dos usuários da escola tanto em caso de incêndios quanto à ocorrência de roubos. Por fim, problemas com a área de lazer – itens 22, 23 e 24 – área do pátio é insuficiente para o número de alunos.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental Paulo Freire apresenta apenas o item 11, localização dos sanitários, ficou abaixo da média. Apesar de enquadrada na norma NBR 9050, o problema poderia ter sido resolvido no desenvolvimento da planta baixa, sendo este mais um fator a ser pensado nas próximas edificações.

A APO aplicada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Iraíldes Padilha de Carvalho pontuou abaixo da média quatro itens – 7, 13, 22 e 24. Destes itens citados, evidencia-se o item 7, que é quanto à temperatura das salas de aula no verão, que observando a planta baixa, vemos que esta é uma escola que cresceu ao longo dos anos, utilizando praticamente todo o espaço livre existente do terreno, que é exatamente o item 22, que os alunos pontuaram quanto à área de lazer da escola.

Por fim, na Escola Municipal de Ensino Fundamental Telma de Souza Almeida, na qual apenas o item 7 ficou abaixo da média, temperatura no verão. Verificando a planta, percebemos que existe uma área aberta entre as salas, porém, não existe a ventilação cruzada, já que na direção leste das salas de aula, foi construída uma quadra de esportes, com projeto do Governo Federal, onde não houve o pensamento sustentável da edificação, já que beneficiou os alunos com a inserção de um espaço para a prática esportiva, mas prejudicou a temperatura nas salas de aula, que interferem no aprendizado dos estudantes da escola.

A escola com a menor média foi construída com um projeto padrão. Uma das quatro escolas que todos os itens de sustentabilidade foram todos satisfeitos, provando que existem meios vernaculares na arquitetura capazes de resolver eficientemente as especificidades locais, sem a necessidade de materiais e técnicas vindas de outra região, como por exemplo, o uso dos blocos e telhas cerâmicas da cidade de Itabaianinha/SE.

Verificamos que todas as escolas analisadas não dispõem de um trabalho de reuso de água e captação de águas pluviais, nem tampouco possuem um trabalho educador de coleta de lixo reciclável, até porque a cidade não recolhe o lixo separado, não adotam soluções

construtivas alternativas e são construídas com técnicas convencionais, utilizadas em toda a região.

Fazendo uma análise das visitas “in loco”, ficam as seguintes perguntas: o que devemos trabalhar em um futuro projeto arquitetônico de uma escola nesta cidade, baseando-se nos itens que ficaram abaixo da média?

O questionário permite concluir a carência de trabalhos sustentáveis nas escolas, quanto à separação do lixo orgânico reciclável, ao reuso da água, ao uso de água pluvial, à valorização da natureza por parte dos estudantes, de horta nas áreas livres das escolas, além de um controle dos gastos de energia elétrica e água da edificação, a confecção de cartazes com papel reciclado, enfim, soluções sustentáveis pequenas, que, sendo realizadas pelos usuários, tornam-se enormes e importantes para a valorização da natureza.

5 MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS

A maior parte da energia gasta num edifício está na construção e não no desenvolvimento das funções para quais foi projetado. Segundo Porto (2009), a construção civil consome 40% de toda a energia gerada e emite 40% dos gases poluentes de todo o mundo. A grande preocupação deste trabalho é propor diretrizes para um projeto arquitetônico sustentável não apenas para o uso, mas também durante o processo construtivo.

A primeira etapa de construção de um edifício é o alicerce ou a fundação. Os alicerces de pedra são as soluções mais comuns no semiárido. A técnica consiste na cavação de aproximadamente um metro, em seguida o vazio é preenchido com pedras de aproximadamente 30 cm de largura nos locais onde estarão as paredes. As fundações são mais comuns em edificações a partir de dois pavimentos. Neste caso, cava-se até encontrar um solo rochoso para fazer a sapata e, a partir daquele ponto, construir o pilar que vai sustentar toda a estrutura da construção. Em Tobias Barreto, é usual a grande presença de salitre nas paredes. Por essa razão, tem-se optado por um radier, uma viga horizontal logo acima do alicerce, para proteger as paredes da infiltração do salitre, que ocorrem por meio da infiltração de água.

As etapas seguintes à fundação como a construção das paredes, aplicação do piso e pintura chegaram à contemporaneidade através do ensinamento de geração para geração; no entanto, por muitas vezes, são técnicas ultrapassadas e que demandam muitos gastos energéticos. O desconhecimento de novas soluções ainda colabora para a geração de entulhos, que diminuem consideravelmente com o uso da paginação.

5.1 Sustentabilidade em Tobias Barreto

Tobias Barreto está a 127 km de Aracaju. A distância faz com que os materiais utilizados sejam, na imensa maioria, fabricados na própria região, através de técnicas antigas, como é o caso do bloco cerâmico, de Itabaianinha, que abastece toda a região, ou da areia fina e grossa, extraídas das margens do Rio Real. Desta forma, por serem técnicas e materiais da arquitetura vernácula, deve-se verificar se existe o gasto excessivo de energia e de material, para se conseguir de fato minimizar o impacto ambiental.

Figura 15: Cerâmica Jacaré na cidade de Itabaianinha - SE



Fonte: <http://www.ceramicajacare.com.br/images/5.jpg>, acessado em 22/03/2016, às 17:58h

O desafio de trabalhar a sustentabilidade em Tobias Barreto é justificado pelas características geográficas e econômicas, que requerem ações urgentes comprometidas com o meio ambiente, mas não dispõe de uma economia nem do entendimento da necessidade do uso de técnicas construtivas sustentáveis inovadoras. Sem dúvida, é necessária a análise dos materiais e das técnicas construtivas disponíveis para a aplicação no Município.

O estudo dos selos internacionais e nacionais disponíveis no mercado será essencial para estabelecer de que forma podem-se melhorar as técnicas construtivas da região, e verificar se os materiais utilizados são sustentáveis ou não, para que se possa investigar e propor possíveis mudanças na sua extração ou fabricação.

5.2 O que temos disponível no mercado

Encontrar um produto chamado de sustentável não é difícil, mas como é a fabricação deste material? Quais são as técnicas utilizadas? Essas técnicas são sustentáveis? Porque de nada adiantaria utilizar produtos considerados sustentáveis se na fabricação agredem o meio ambiente, sendo exatamente contrários ao objetivo deste trabalho.

A partir da análise inicial do contexto em que a região semiárida está inserida, percebe-se que as soluções técnicas a serem adotadas deverão ser as de maior eficiência possível, adaptabilidade e menor custo, devido à condição de fragilidade das cidades que compõem a região. Assim, é importante procurar propostas simples e economicamente viáveis, de modo a fazer com que as construções sejam o mais sustentável possível. Nesse sentido, tem-se que ser bastante criterioso com os materiais e as técnicas disponíveis no mercado.

Corbella e Yannas (2003) enumeram algumas estratégias para se conseguir um bom nível de conforto em clima tropical, que são as seguintes: controlar os ganhos de calor (abertura nas paredes e material da parede e do teto); dissipar a energia térmica do interior do edifício (movimentação do ar); remover a umidade em excesso; promover o uso da iluminação natural (sem entrada da radiação solar direta) e controlar o ruído (controle da transmissão).

Porto (2009) dá duas alternativas para o envoltório de um edifício de acordo com a condição climática. A primeira é uma fachada ventilada não aderida ao corpo da edificação, conhecida como KeraGail. É um sistema composto por placas cerâmicas que utilizam de 15 a 20 % de material reciclado, desenvolvido sob medida para cada obra, conforme a Figura 15. Apresenta vantagens construtivas como fachada livre de deslocamentos, de trincas, etc., além da melhora do desempenho térmico e a qualidade de conforto ambiental interno, possibilitando uma redução real do consumo de energia elétrica diariamente, principalmente em zonas de clima tropical e temperado.

Figura 16: Sistema KeraGail



Fonte: <http://www.revistafatorbrasil.com.br/imagens/fotos/keragail2>, acessado em 10/02/2016, às 15:09h

Outra alternativa dada por Porto (2009), quanto à fachada, é a automação de seus elementos móveis (Figura 16), como cortinas, persianas, brises, toldos, janelas e outros. Esse controle pode ser feito por um *software*, ou manualmente, proporcionando ganhos significativos

em eficiência energética para a edificação, já que reduz a necessidade do uso de luz artificial, solução que não é compatível com a realidade do semiárido sergipano.

Figura 17: Sede do SEBRAE em Brasília com a fachada automatizada

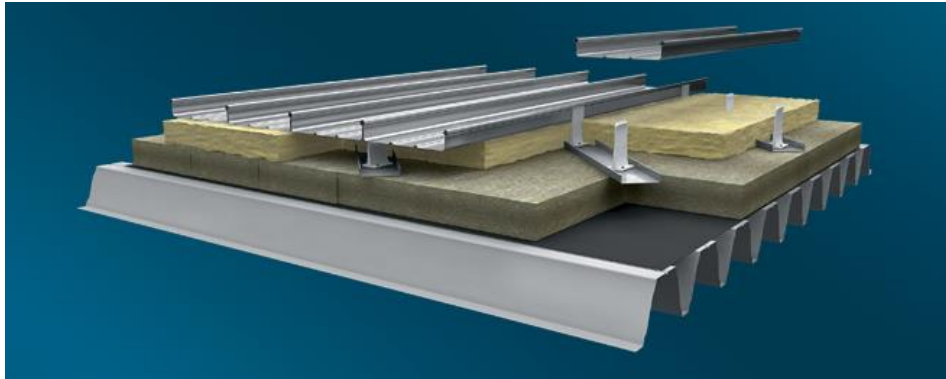


Fonte: https://arcoweb arquivos-us.s3.amazonaws.com/imagens/16/12/arq_71612.jpg, acessado em 10/02/2016, às 15:26h

Quanto à radiação solar, Corbella e Yannas (2003) descrevem estratégias para se combater o ganho de calor; entre eles, o posicionamento adequado do edifício, através do estudo das trajetórias do Sol; proteção das aberturas contra a entrada do Sol, dificultando a chegada à superfície interna com o uso de obstáculos, como os brise-soleils, vegetação, toldos e marquises; minimização da absorção de calor pelas superfícies, pintando as paredes com cores claras; determinar a orientação e o tamanho das aberturas de forma que atenda a necessidade de luz natural, sem aumentar a carga térmica produzida pela absorção da energia solar.

Porto (2009) recomenda para coberturas o uso da tecnologia alemã Bemo-Roof, um sistema termo isolante e acústico, constituído por telhas contínuas, sem emendas, que permitem baixa inclinação e podem ser produzidas na própria obra, reduzindo a perda de materiais.

Figura 18: Cobertura Bemo-Roof



Fonte: http://www.bemo.com.de/fileadmin/user_upload/bemomicronavigation/BEMO_dachaufbau_combi_03.jpg, acessado em 11/02/2016, às 06:12h

A Bemo-Roof brasileira incentiva o uso de coberturas verdes. Esse sistema é baseado em baixo custo de implantação e mínima manutenção, características essenciais a sustentabilidade. A vegetação pode estar disposta horizontal ou verticalmente e também inclinada, de acordo com a necessidade de adaptação das plantas escolhidas.

Figura 19: Cobertura Green-Roof



Fonte: <http://www.bemo.com.br/>, acessado em 11/02/2016, às 08:45h

Corbella e Yannas (2003) definem algumas estratégias para melhorar as condições de ventilação, são elas: posicionamento do edifício em relação às correntes de vento para que se

tenham correntes de ar no seu interior; fechamento das aberturas com materiais de boa qualidade, caso haja a necessidade do uso do ar condicionado; uso do menor obstáculo possível nas divisões internas, para que o ar se desloque com facilidade; instalação de ventiladores ou exaustores de teto, ou nas entradas e saídas de ar, caso seja necessário; em áreas sem ventilação, o uso de termossifão, que renova o ar por meio da diferença de densidade entre o ar quente e o ar frio.

Os mesmos autores explicam o desempenho térmico dos materiais de construção, a partir de uma parede construída com quatro materiais diferentes: parede de folha de ferro galvanizado, que tem como propriedade uma alta condução, totalmente descartado para a região semiárida sergipana; parede de concreto, que transmite o calor muito devagar; parede de poliuretano expandido, que necessita de muitos dias de calor para que seja conduzido para o seu interior; e parede de folha de vidro, que tem uma condução muito rápida, podendo aumentar ainda mais o calor pelo efeito “estufa”.

Figura 20: Placa de poliuretano expandido



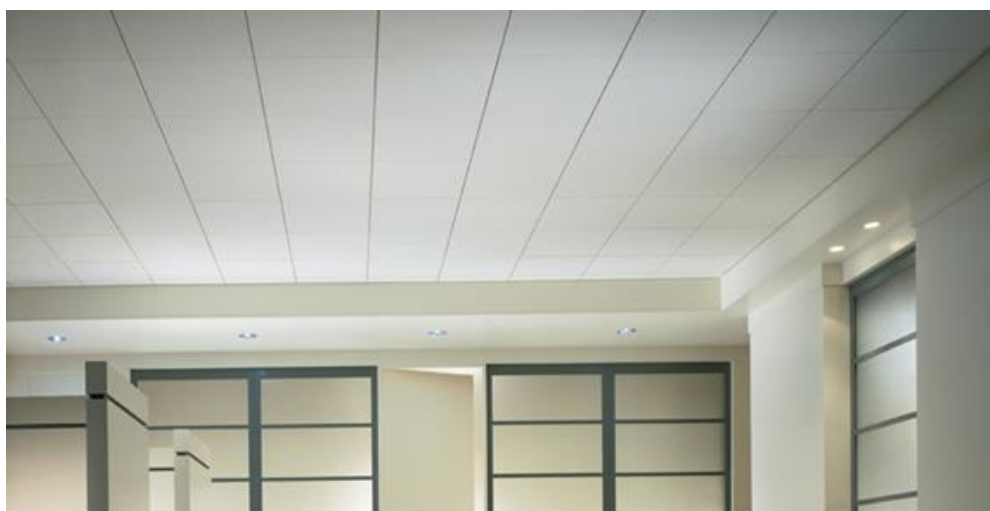
Fonte: http://arq.clarin.com/construccion/Paneles-ultralivianos_0_1057694634.html, acessado em 11/02/2016, às 15:47h

As sugestões de uso de materiais por Corbella e Yannas (2003) são as seguintes: para as superfícies mais castigadas pelo sol, opta-se pela inserção de um isolante térmico, aliado a materiais mais pesados, ou uma parede dupla de concreto ou uma parede de poliuretano expandido; se as variações diárias de temperatura forem mínimas, menor que 5°C, indica-se o

materiais mais leves nas divisórias internas, caso a variação de temperatura exceda os 10°C, recomenda-se a utilização de materiais pesados nas paredes internas e externas, para minimizar essa diferença de temperatura na parte interna da edificação. As paredes de ambientes pouco utilizados devem ser de material bom condutor de calor, para dissipá-lo; e dispor elementos internos que absorvam calor, controlando, assim, a condução térmica interna da edificação.

Porto (2009) apresenta a empresa Armstrong, que desenvolve forros de alta refletância luminosa, absorção acústica, facilidade na remoção, inibe o aparecimento de mofo, fungos e bactérias e atende aos padrões LEED. A empresa apoia a política de redução de impactos ambientais, sendo uma parceira da sustentabilidade.

Figura 21: Forro Armstrong

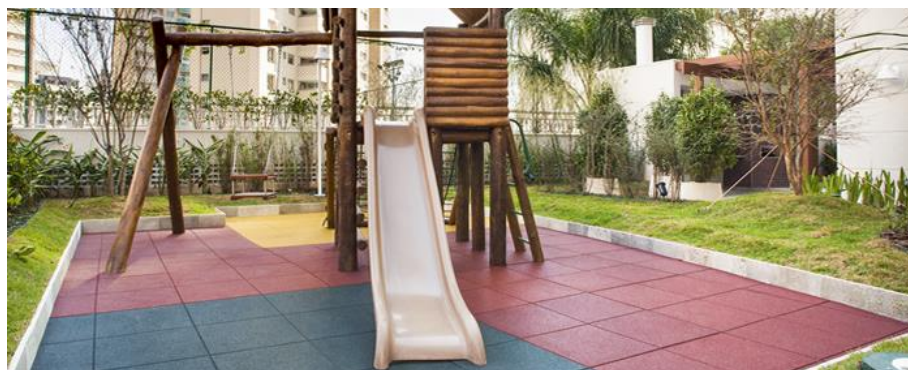


Fonte: <http://www.armstrong-brasil.com.br/content2/commclgam/images/img61597.jpg>, acessado em 11/02/2016, às 09:34h

A ImpactSoft EPDM apresentada pelo mesmo autor desenvolve mantas acústicas que usam borracha de pneu reciclado, sendo que a instalação dessas mantas dispensa o uso de argamassa e água. A borracha utilizada é composta por duas camadas, uma superior e uma outra inferior. A camada superior tem grânulos de borracha EPDM, ou seja, uma borracha com alta qualidade e resistência às intempéries, permitindo que as cores sejam preservadas por muito mais tempo. Já a camada inferior possui grânulos de pneus reciclados que conferem maior amortecimento através da borracha SBR. Mas, a fabricação deste material não nos confirma se o mesmo está utilizando técnicas sustentáveis ou não, pois, quanto à quantidade de pneus velhos

existentes, pode-se criar um piso de borracha com facilidade, mas o método para esta fabricação é sustentável? Será que o mesmo não agride o meio ambiente?

Figura 22: Piso Impact Soft EPDM



Fonte: http://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/pisos-impact-soft-alto-amortecimento-antiderrapante-e-sustentavel_12829_7610, acessado em 11/02/2016, às 10:45h

A Tarkett/Fadamac disponibiliza revestimentos vinílicos obtidos por uma mistura de PVC com minerais. O material moderno e ecológico é recomendado para ser instalado em ambientes fechados e cobertos. Possuindo uma absorção acústica, não absorvem calor, são antiderrapantes, antialérgicos, contra chamas e de fácil limpeza. Mas, de onde vêm esses PVC e esses minerais? São utilizadas técnicas sustentáveis para a sua retirada? Sabe-se que a maioria das minas não se preocupam com o meio ambiente, prejudicando o planeta, enfim, sendo contrárias às ideias deste trabalho.

Outro fator importante é a iluminação natural, que Corbella e Yannas (2003) consideram como melhor de se trabalhar, porque o ser humano se adapta melhor do que a luz artificial, por não produzir o mesmo espectro da luz natural. As estratégias enumeradas são as seguintes: estudar a localização, forma e dimensões das aberturas, e a geometria e cores das superfícies internas; decidir sobre o controle de iluminação, se será manual ou automatizado; e conhecer a sensibilidade às cores do costume local.

O controle do ruído é outro item pontuado por Corbella e Yannas (2003), que pode ser controlado em três locais: na fonte produtora do ruído, no caminho de propagação do som ou no receptor. Na fonte, tenta-se anulá-lo ou diminuí-lo, trocando-a ou isolando-a. Nas fachadas expostas a ruídos intensos, não devem possuir muitas aberturas, aquelas devem ser de material pesado, protegendo o edifício.

5.3 Selos e produtos sustentáveis

Os materiais “sustentáveis” necessitam de energia e matérias primas para serem fabricados, o que é totalmente contrário ao princípio sustentável. Além do que, na região, objeto de estudo deste trabalho, não há disponibilidade de recursos financeiros para compra e uso destes materiais, além dos custos com transporte para trazê-los das regiões onde são fabricados.

Seguindo nessa linha de raciocínio, na “Cartilha Casa Sustentável”, elaborada pelo CREA-MG, por Virgílio Almeida Medeiros (2012), são listados alguns produtos denominados “ecoprodutos” que estão disponíveis no mercado, são eles:

1. Areia reciclada, produzida a partir de entulho, poderá ser utilizada em argamassa, revestimento ou reboco;
2. Cimento CPIII tem menor impacto ambiental, substituindo o clínquer por escórias de altos-fornos, com o mesmo desempenho do cimento convencional;
3. Formas para moldagem de estrutura de concreto armado utilizando madeira certificada, plástico reciclado ou aço;
4. Pavimentação permeável que favorece a infiltração de água onde aplicado, podendo permitir o cultivo de grama para fins estéticos;
5. Instalações elétricas também são beneficiadas com cabos elétricos fabricados sem metais pesados, conduítes de material reciclado e dispositivos eletroeletrônicos de controle de iluminação;
6. Lâmpadas eficientes compactas ou com tecnologia LED;
7. Tijolos de solo-cimento com utilização da terra do local da obra;
8. Instalações hidro sanitárias e de tratamento individual utilizando PEAD, PP e PVC;
9. Cerâmicas de baixo impacto, azulejos hidráulicos de material reciclado e pastilhas de fibras naturais (coco e bambu);
10. Pisos emborrachados produzidos a partir de pneus usados;
11. Paredes construídas a seco (Dry Wall e o Steel Frame);
12. Madeira reflorestada ou sintética (plástico + fibras vegetais);
13. Telhas fabricadas a partir de materiais reciclados;
14. Vernizes e tintas à base de água;
15. Telhados e fachadas com cobertura vegetal;
16. Coletores de águas pluviais, caixas verticais e cisternas em PVC;
17. Estações de tratamento de esgoto residenciais compactas.

Em contrapartida, existem, no Brasil e no mundo, várias certificações que fazem uma análise da obra e dão ou não um “selo” de reconhecimento de respeito às técnicas e materiais sustentáveis. Segundo a “Cartilha Casa Sustentável”, como modelos internacionais tem-se:

1. LEED (leadership in Energy and Environmental design ou liderança em Energia e design ambiental) que é um sistema de pontuação, desenvolvido pelo USGBC (Green Building Council dos EUA), para medir o desempenho ambiental de design, construção e manutenção de edifícios. O sistema é usado para comparar a performance ambiental entre um edifício e outro, pela soma de créditos de 1-110 (10 pontos são de bônus) no novo standard LEEDv3, lançado em 2009. Os quatro níveis de certificação e pontuação correspondentes são: Certified (40-49 créditos), Silver (50-59 créditos), Gold (60-79 créditos), Platinum (80+ créditos);

2. ASTM International, anteriormente conhecida como American Society for Testing and Materials (ASTM), é líder, reconhecida mundialmente, no desenvolvimento e publicação de normas internacionais de consenso voluntário. Cerca de 12.000 normas ASTM são utilizadas em todo o mundo com intuito de melhorar a qualidade do produto, aumentar a segurança, facilitar o acesso ao mercado e comércio, e construir a confiança do consumidor;

3. SAM – Sustainability Assessment Model (Modelo de avaliação da Sustentabilidade) avalia o projeto durante todo seu ciclo de vida, a partir de 22 indicadores de desempenho, divididos em quatro grupos, que fazem referência aos três princípios básicos do desenvolvimento sustentável (a proteção ambiental, o bem-estar social e o desenvolvimento econômico), acrescentando o conteúdo de disponibilidade de recursos;

4. BREDEM (Building Research Establishment) é um sistema de avaliação ambiental para edificações residenciais. Consiste em um conjunto de softwares projetados para calcular o consumo de aquecimento de diferentes unidades residenciais, com base em ganhos, perdas e diferentes tecnologias de aquecimento;

5. BREEAM sistema de auditoria mais utilizado no Reino Unido. Um sistema completo e de fácil utilização, que se constitui de uma tabela de pontuação que permite comparar diferentes estratégias de projeto antes do início de sua construção. Os critérios avaliados são

organizados em nove categorias: gerenciamento, energia, água, transporte, materiais, poluição, saúde e bem-estar, uso da terra e ecologia e resíduos;

6. HQE (Haute Qualité Environnementale) É uma plataforma francesa que fomenta o desenvolvimento sustentável. Estabelecida em 1996, a associação HQE tem como missão trazer todos os envolvidos na construção civil para, juntos, antecipar e iniciar a reflexão para contribuir para o desenvolvimento da excelência nos territórios e práticas profissionais. Para isso, ela possui quadros de referência e bancos de dados de conhecimentos profissionais.

E como modelos nacionais, a cartilha lista os seguintes:

1) Aqua (alta qualidade ambiental): É uma certificação nacional, que oferece referencial técnico para residências e prédios comerciais - e tem a credibilidade da certificadora Fundação Vanzolini. O processo de gestão avalia as necessidades e desempenho do projeto, a execução e operação de cada uma das etapas da obra. Atualmente, possui dezenas de construções contempladas;

2) Procel Edifica: trata da eficiência energética para edifícios comerciais e residenciais criada pela Eletrobrás junto com o Inmetro. O selo traz consigo a tradição da eficiência energética aplicada, há anos, em eletrodomésticos. O potencial de conservação de energia do setor é expressivo. A economia pode chegar a 30% para edificações já existentes, se estas passarem por uma intervenção tipo retrofit (reforma e/ou atualização). Nas novas edificações, ao se utilizar tecnologias energeticamente eficientes desde a concepção inicial do projeto, a economia pode superar 50% do consumo, comparada com uma edificação concebida sem uso dessas tecnologias;

3) Casa Azul Caixa: concedida a projetos habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal e tem vários projetos em fase de avaliação;

4) Sustentax: selo desenvolvido para identificar e atestar a qualidade ambiental de produtos e serviços prestados por construtoras e incorporadoras. Atesta a conformidade dos procedimentos de desenvolvimento do projeto, da seleção de materiais, do comprometimento com práticas que geram economia, evitam desperdícios e aumentam a produtividade.

Para a obtenção do selo LEED, por exemplo, o interessado deve escolher a tipologia do seu projeto. A partir daí, pode se inscrever em um curso com valores próximos a um salário mínimo, com carga horária de aproximadamente 20 horas, para que o profissional seja capacitado para adequar o seu projeto às exigências do selo.

Quanto ao selo AQUA-HQE, o proprietário deve assinar um contrato e pagar para que uma equipe avalie se o seu projeto para saber se está compatível com o que é exigido para a obtenção do selo. Para se conhecer os mecanismos de aquisição do selo, realizamos uma simulação no site para uma obra de 1.000 m². A resposta recebida foi que “o valor estimado das certificações nas três fases – Pré-projeto, Projeto e Execução, incluindo análise do processo, auditorias, avaliação e uso da marca é de: R\$ 27.390,00”, acompanhada das seguintes observações: 1 - Despesas de transporte, alimentação e hospedagem, não estão incluídas nesta estimativa; 2 - Os valores acima são estimados. Os valores específicos, considerando as peculiaridades do empreendimento, serão apresentados em proposta individual mediante solicitação.

O selo Casa Azul Caixa, por sua vez, tem a sua aplicação mais adequada à realidade da cidade de Tobias Barreto. A seguir, apresenta-se o quadro sobre o nível de gradação do Selo, com os três níveis, baseados na quantidade de critérios atendidos pela obra.

Tabela 3: Níveis de gradação do Selo Casa Azul

Gradação	Atendimento mínimo
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha

Fonte: Selo Casa Azul CAIXA, 2010.

A CAIXA cobra um valor baseado na quantidade de unidades habitacionais, segundo a fórmula “Taxa = 40,00 + 7 (n-1) limitada a R\$ 328,00, sendo n = número de unidades”, porém esse valor não ultrapassa R\$ 368,00, portanto um valor mais próximo da realidade da região. A CAIXA apresenta o quadro a seguir com todas as categorias e critérios que podem ser pesquisados, para que baseado nos seus critérios estabelecidos, o executor atenda as categorias obrigatórias e, caso tenha interesse em receber o selo com gradação prata ou ouro, escolha e atenda aos itens de livre escolha.

Tabela 4: Quadro Resumo – Categorias, Critérios e Classificação

CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
	BRONZE	PRATA	OURO
1. QUALIDADE URBANA			
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	Obrigatório		
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	Obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	Obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	Obrigatório		
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	Obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	Obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	Obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativa			
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	Obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	Obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	Obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	Obrigatório		
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	Obrigatório		
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			

Critérios
obrigatórios +
6 itens de livre
escolha

Critérios
obrigatórios +
12 itens de
livre escolha

4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	Obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	Obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	Obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	Obrigatório		
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	Obrigatório		
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	Obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

Fonte: Selo Casa Azul CAIXA, 2010.

5.4 O que vamos utilizar

Após a análise de selos disponíveis no mercado, conclui-se que o selo casa Azul da CAIXA é o que mais se aproximada da realidade em Tobias Barreto, mesmo sendo este especificamente para residências unifamiliares. O selo Azul da CAIXA deverá, no entanto, ser complementado pelo selo AQUA-HQE, que tem alguns itens semelhantes ao selo da CAIXA, de modo a adequá-lo ao objeto de estudo deste trabalho, tendo em vista o critério maior que é o bem-estar da população.

O primeiro objetivo da AQUA-HQE é uma relação harmoniosa da construção com o meio ambiente imediato, sendo obrigatória ao Selo Azul CAIXA a qualidade urbana e a qualidade do entorno quanto à infraestrutura e aos impactos ambientais. Como item adicional desta categoria é a melhoria do entorno, que entendemos que deve ser primordial para o empreendimento.

Aproveitar-se-á ao máximo das oportunidades oferecidas pelo entorno e pela região, observando as vantagens e as desvantagens do terreno, nivelando-o e organizando-o para criar um modo de vida sustentável, que reduza os impactos negativos durante a construção no entorno e na região. Para tal, faz-se necessário um estudo preliminar da implantação, estudando os espaços externos e internos, respeitando os ruídos externos existentes e localizando as fontes para criar um isolamento acústico e satisfatório para a construção e o uso da escola posteriormente.

Já o segundo objetivo da AQUA-HQE, refere-se ao sistema construtivo e os materiais de construção. A escolha dos materiais deve prever a qualidade e a não-agressão ao meio ambiente.

Em Tobias Barreto, só existe uma cerâmica produzindo blocos cerâmicos de barro. A cidade de Itabaianinha é a que atende a necessidade da construção civil tobiense. Existe uma cerâmica em funcionamento na cidade de Itapicuru, Bahia, onde se encontram vários fornos antigos funcionando e a fumaça sendo expelida no ar sem qualquer filtro.

Figura 23: Cerâmica da cidade de Itapicuru, Bahia



Fonte: Próprio autor, 2016.

Nesta cerâmica, é produzido um tijolo, com 2 furos, que segundo os funcionários, são usados para recuperar os fornos, mas os furos são interessantes por permitirem uma ventilação, se forem usados de forma horizontal e sem revestimentos.

Figura 24: Tijolo com dois furos



Fonte: Próprio autor, 2016.

Existem queixas de vários moradores vizinhos das cerâmicas por contração de doenças respiratórias devido, principalmente, ao mau uso dos fornos e dos filtros. Em maio de 2010, a fiscalização da ADEMA deu um prazo de 180 dias para que as cerâmicas da cidade de Itabaianinha se adequassem às leis ambientais e quanto à utilização de combustível. Inclusive na época, o BANESE, Banco do Estado de Sergipe, liberou uma linha de crédito no valor de até R\$ 72 mil para que as cerâmicas fossem atendidas o mais rápido possível, já que era interesse da sociedade em geral.

Em Fevereiro de 2011, a página oficial do Governo de Sergipe divulgou que os ceramistas da cidade de Itabaianinha assinaram o contrato com o BANESE para a aquisição de Forno e Filtro, que além de reduzir a quantidade de fuligem expelidos pelas empresas durante a queima de lenha para a confecção das telhas, blocos e tijolos, reduz a poluição e aumenta a produtividade.

Já em março de 2014, nove cerâmicas da cidade de Itabaianinha foram interditadas pela Superintendência Regional do Trabalho em Sergipe (SRTE/SE) devido ao não cumprimento das legislações trabalhistas, de saúde e de segurança. Auditores Fiscais do Trabalho fiscalizaram 31 empresas e, em nove, encontraram exposição dos trabalhadores a risco grave e iminente para a sua saúde e segurança, o que gerou a necessidade de interdição.

A areia grossa lavada utilizada na região é retirada da beira dos rios Real e Jabeberi, porém de forma ilegal, pois não há um trabalho de preservação dessas localidades. Os órgãos competentes não liberam as devidas licenças, e o material é retirado ilegalmente. Existem duas cidades próximas de Tobias Barreto que têm a retirada da areia grossa e fina com licença, nas cidades de Cristinápolis – SE e Olindina – BA, porém, ambas distantes de Tobias Barreto, o que resulta em um grande custo em transporte.

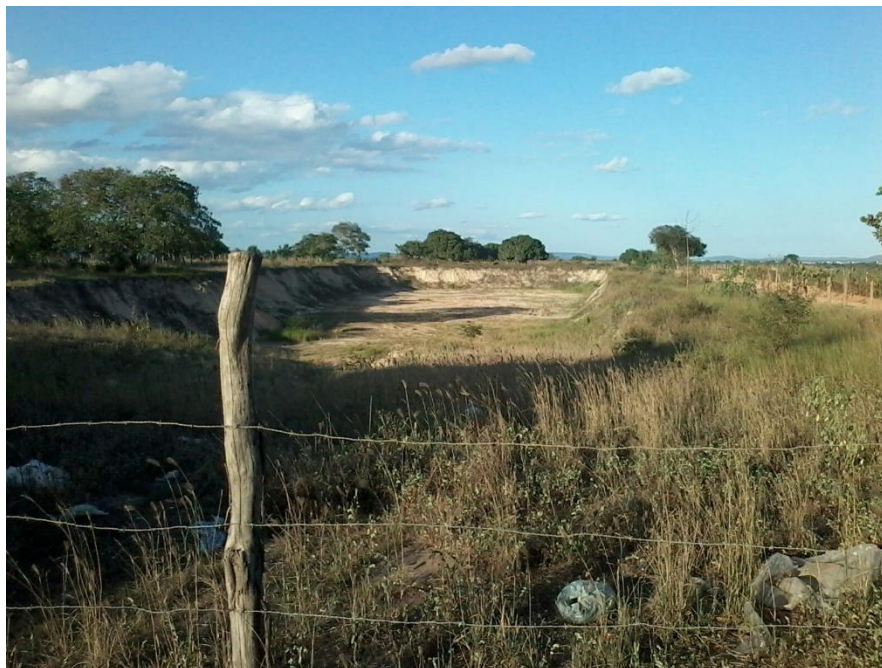
Já, a areia fina utilizada na região, é vinda da cidade de Itapicuru – BA, vizinha a Tobias Barreto, região que tem uma grande quantidade de areia no seu solo, porém, da mesma forma que acontece na retirada da areia grossa, não se faz um trabalho de preservação destas localidades, simplesmente se mudam quando a fonte é esgotada.

Figura 25: Areal em funcionamento no Povoado Lagoa Redonda, Itapicuru, Bahia



Fonte: Próprio autor, 2016.

Figura 26: Areal sem funcionamento no Povoado Lagoa Redonda, Itapicuru, Bahia



Fonte: Próprio autor, 2016.

Para adquirir o selo de Ecoconstrução da AQUA-HQE, o último objetivo a ser atendido é a importância do canteiro de obras com baixo impacto que deve reduzir a poluição do terreno e do entorno, reduzir o consumo de energia, de água e a poluição do ar e do solo, durante a obra.

Para o item Ecogestão da AQUA-HQE, tem-se quatro objetivos, a saber: a Gestão da energia, focada no uso de energias renováveis, reforçando a eficiência energética; a Gestão da água, coleta da água da chuva, captando-a e alimentando sanitários, limpeza e irrigação, e o uso de sistemas que reduzam o consumo de água potável; Gestão dos resíduos de atividades, que é a construção de um depósito de lixo adequado à coleta seletiva, sendo este localizado distante das áreas de circulação das pessoas; e Conservação e manutenção, que é fazer com que a edificação tenha a necessidade mínima possível de necessidade de manutenção, utilizando técnicas e materiais eficientes.

Para o item Conforto, a AQUA-HQE traz como objetivos o Conforto Higrotérmico, garantia do conforto térmico no verão; o Conforto Acústico, controle dos ruídos de impacto, isolando acusticamente a edificação; o Conforto Visual, que é o respeito às exigências relativas à instalação elétrica, realizando um estudo de implantação e de dimensionamento de superfícies envidraçadas; e o Conforto Olfativo, que é a redução das fontes de odores desagradáveis com uma boa ventilação, que permitirá a saída dos odores desagradáveis.

Três objetivos estão enumerados no item Saúde da AQUA-HQE: as Condições Sanitárias, que devem facilitar a limpeza, e também a acessibilidade para as pessoas com capacidade física reduzida; a Qualidade do Ar, que devemos dimensionar corretamente a renovação do ar utilizando sistemas de ventilação de alto desempenho, preocupando-se com o risco de poluição de forma geral; e a Qualidade da Água, não-utilização de chumbo, tratar a água não potável utilizada e eliminar os riscos de poluição da água potável recebida pela rede de abastecimento.

Quanto ao Projeto e ao Conforto, o Selo Azul CAIXA exige que paisagismo, equipamentos de lazer, sociais e esportivos e que seja trabalhada a orientação dos ventos e do sol. Como itens complementares, pontua-se a flexibilidade do projeto, o uso de iluminação natural nas áreas comuns e a ventilação e iluminação natural nos banheiros.

Três itens importantes, na categoria Conservação de Recursos Materiais, escolhidos do Selo Azul CAIXA são: a gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e o uso deste material em pavimentação; a facilidade de Manutenção da Fachada; e o uso de madeira plantada ou certificada. Da categoria Práticas Sociais, pontua-se a educação para a gestão do RCD, a educação ambiental e capacitação dos funcionários, a inclusão de trabalhadores locais e a orientação e educação ambiental para os moradores do entorno da edificação.

6 DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO ARQUITETÔNICO PARA ESCOLA DE NÍVEL FUNDAMENTAL SUSTENTÁVEL NO SEMIÁRIDO SERGIPANO

Após a análise da arquitetura solar, bioclimática e vernácula; da sustentabilidade e da eficiência energética, como também dos selos internacionais e nacionais de sustentabilidade disponíveis no mercado, tendo como foco o projeto arquitetônico de uma escola de nível fundamental em uma região semiárida, especificamente na cidade de Tobias Barreto, acreditamos ser possível pontuar algumas diretrizes de projeto que devem ser seguidas; para que a edificação respeite o meio ambiente, tanto durante a sua construção, como também durante o seu uso, para que se utilizem melhor os recursos naturais, garantindo, assim, o bem-estar da população e o futuro das próximas gerações.

Assim, as recomendações referentes à sustentabilidade foram distribuídas em cinco objetivos apresentados por itens, que dizem respeito à qualidade do entorno, aos materiais e aos sistemas de construção, à eficiência energética, ao projeto sustentável e às práticas sociais. Os itens foram subdivididos em outros subitens que trazem as exigências mínimas a que se deve seguir para que a construção da escola de nível fundamental seja considerada uma construção sustentável, como segue na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5: Quadro Resumo – Categorias e Critérios de Sustentabilidade

OBJETIVOS	ESPECIFICIDADE	EXIGÊNCIAS MÍNIMAS
1 – Qualidade do entorno	Infraestrutura	- Melhorar o sistema de esgotamento sanitário, abastecimento de água e pavimentação nas ruas que limitam a edificação.
	Impactos	- Realizar um estudo preliminar da implantação, reduzindo os impactos negativos da construção no entorno e no seu sítio, verificando a orientação do sol e do vento.
2 – Material e sistema de construção	Material de construção	- Reutilizar o resíduo produzido, transformando-o em areia para argamassa, revestimento, reboco ou pavimentação; - Utilizar apenas madeira certificada reutilizando formas e escoras;

		<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar materiais que economizem energia durante o seu uso como lâmpadas e eletrodomésticos eficientes, e outros; - Utilizar telhas e blocos fabricados na região, exigindo que o fornecedor instale filtros nos seus fornos, para reduzir o impacto ambiental; - Produzir piso emborrachado a partir de pneus usados para serem utilizados nas áreas de lazer.
	Sistemas de construção	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar o sistema construtivo da região, da arquitetura vernacular, desde que não agrida o meio ambiente; - Controlar o consumo de energia, água e a poluição do ar, água e solo, produzidos pelo canteiro de obras, bem como os ruídos produzidos na obra.
3 – Eficiência energética	Energia solar	- Implantar um sistema de energia solar para utilizar a energia produzida no uso diário da escola.
	Dispositivos	- Utilizar dispositivos economizadores nas áreas comuns, lâmpadas de baixo consumo e eletrodomésticos eficientes.
4 – Projeto sustentável	Paisagismo	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar pavimentação permeável nas áreas abertas para que favoreçam a infiltração de água, permitindo o cultivo de grama; - Cultivar uma horta com produtos da própria região, cultivadas pelos alunos.
	Flexibilidade	- O projeto deve ser flexível para que a implantação seja realizada de acordo com o terreno disponível, bem como para uma possível ampliação.
	Conforto bioclimático	- Deve-se garantir um conforto térmico no verão, um controle dos ruídos, um conforto lumínico,

		dando prioridade à iluminação natural, e uma ventilação satisfatória.
	Gestão do lixo	<ul style="list-style-type: none"> - Prever locais para depósito de lixo adequados à coleta seletiva, instalando lixeiras para tal, e à reciclagem de resíduos; - Separar a área de circulação de pessoas da armazenagem dos resíduos.
	Gestão da água	<ul style="list-style-type: none"> - Construir um sistema para reter as águas pluviais para utilizar em atividades possíveis; - Utilizar dispositivos economizadores de água, como registro regular de vazão.
5 – Práticas sociais	Empregados	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se ministrar cursos para todos aqueles que forem trabalhar na execução da obra, sobre educação ambiental, sustentabilidade, eficiência energética, capacitando os trabalhadores; - Deve-se incluir, na maior probabilidade possível, trabalhadores locais.
	Moradores	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se ministrar uma palestra para todos os moradores circunvizinhos da escola discutindo temas como energia solar, energia bioclimática, arquitetura sustentável, arquitetura vernacular e eficiência energética.

Fonte: Próprio autor, 2016.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as APO's realizadas nas escolas, pode-se perceber quais os itens mais prejudicados quanto à sustentabilidade no semiárido sergipano, fatores esses que devem ser analisados e aplicados no projeto dia a dia. Com este trabalho, percebe-se que a temperatura no verão é o principal fator para o desconforto dos alunos nas edificações, que acaba prejudicando o aprendizado, que é o objetivo principal da instituição.

Após uma análise de temas importantes como a energia solar, a energia bioclimática, a arquitetura sustentável, a arquitetura vernácula e a eficiência energética, bem como a análise de selos internacionais e nacionais disponíveis no mercado, percebe-se que vários materiais tidos como sustentáveis, na verdade, não são tão sustentáveis assim, pois não se pode garantir que os mesmos sejam produzidos preocupados com a preservação da natureza.

Quanto aos selos, verificou-se que são comercializados, tem-se que pagar por ele, sendo que alguns deles oferecem cursos pagos para que o profissional se capacite para adequar o seu projeto para a aprovação no determinado selo, ou seja, um “mercado sustentável” está formado.

Observa-se que a maioria dos materiais sustentáveis são fabricados na região Sudeste do Brasil. Com isso, para que esse material chegue ao nordeste, tem-se um custo muito alto com o transporte, sendo totalmente contrário ao pensamento sustentável. Desta forma, estaremos usando um material sustentável, porém com um uso de energia não-renovável para isso.

Para se construir no nordeste brasileiro, especificamente na região semiárida, como bem pontua Holanda (1976), não pode-se utilizar apenas o pensamento arquitetônico estrangeiro, até porque o ambiente é totalmente diferente, aqui tem-se a presença forte da natureza, da luz e do clima, e estes fatores que devem ser observados no projeto.

Entre vários fatores, Holanda (1976) destaca algumas soluções relevantes para que se tenha um melhor desempenho da edificação, como, por exemplo: criar sombras, fazendo aberturas para que a brisa possa entrar e sair com facilidade; recuar as paredes, de forma que a edificação fique com uma temperatura mais amena, já que as áreas sombreadas e abertas irão proteger da luz excessiva; vazar os muros, usando, por exemplo, os cobogós, elemento marcante na arquitetura do nordeste, e de grande utilidade para o conforto ambiental; proteger as janelas, que farão com que a edificação, no seu uso, tenha uma economia de energia devido à iluminação natural presente e a ventilação; abrir as portas, que podem ser dispostas com bandeiras, ou vazadas, quando houver essa possibilidade; enfim, conviver com a natureza, fazendo com que

tudo que for existente do meio ambiente, seja integrado ao projeto e respeitado, com o seu devido merecimento.

E como bem foi colocado no artigo “Identidade, memória nacional e a paisagem do nordeste”, por Souza (2011), a paisagem nordestina tem uma representação negativa quanto ao resto do país. É uma imagem negativa que foi construída pelas elites intelectuais, artísticas e políticas brasileiras. Imagem relacionada à seca, aos retirantes, à fome e à miséria em meio a uma paisagem árida formada predominantemente por cactos. Nesse sentido, se forma uma identidade negativa, totalmente desassociada da realidade.

Logo, construir de forma sustentável na região semiárida, não é fácil, mas é possível, desde que se respeite a natureza. Por isso temos que nos adequar à realidade local, utilizando aprendendo com a arquitetura vernácula, adotando a arquitetura solar e bioclimática e pensando na eficiência energética.

Com esse entendimento, acredita-se que é possível se produzir uma arquitetura sustentável de qualidade, a partir de técnicas simples, como as especificadas por Holanda (1976), especialmente atentos ao seu mandamento primeiro que ressalta que devemos “construir com pouco”. Assim, espera-se que arquitetura venha contribuir para a consolidação da região nordeste, tão importante para o Brasil, mas esquecida e pouco respeitada.

Desta forma, pode-se afirmar que é possível, sim, propor um projeto de uma escola sustentável para o semiárido sergipano, mais especificamente, a cidade de Tobias Barreto, mas para isso, devem ser analisado os fatores que podem contribuir para tal, como as técnicas utilizadas na cidade, materiais e outros, para analisar se compensa ou não, modificar os materiais ou técnicas que serão utilizadas na construção, para modificar o resultado final. Sustentável não é utilizar materiais dos selos, e sim procurar agredir o mínimo possível o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos: Conforto Ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2009. 305 p.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. Colaboração: nicolasFavet e PascaleMaes; tradução: Celina Olga de Souza e Caroline Fretin de Freitas.
- GORE, Al. **Uma verdade inconveniente**. São Paulo: Manole, 2006.
- HOLANDA, Armando de. **Roteiro para construir no Nordeste**. Recife: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Faculdade de Arquitetura, UFPE, 1976.
- KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 362 p. Tradução Técnica Alexandre Salvaterra.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 272 p.
- ORNSTEIN, Sheila. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do Ambiente Construído**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1992. 223 p. Colaboração: Marcelo Roméro.
- PORTO, Marcio. **O processo de projeto e a Sustentabilidade na produção da Arquitetura**. São Paulo: C4, 2009. 104 p. Tradução Elizabeth Rayes.
- ROAF, Sue; FUENTES, Manuel; THOMAS, Stephanie. **Ecohouse: Acasa ambientalmente sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 488 p. Tradução Alexandre Salvaterra.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura Bioclimática do Espaço Público**. 3. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2007. 225 p.
- SANTOS, Aldeci Figueiredo; ANDRADE, José Augusto. **Delimitação e Regionalização do Brasil Semi-árido**. Aracaju: Ufs, 1992. 232 p.
- SOUZA, Fernando Antonio Santos de; **Identidade, Memória Nacional e a Paisagem do Nordeste**. 2011. (Apresentação de Trabalho/Congresso).SZABO, Ladislao. A arquitetura no caminho da sustentabilidade. Iniciativa Solvim 2005. São Paulo.
- TUCCI, Carlos E. M.; BRAGA, Benedito. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: Abrh, 2003. 348 p.
- VEIGA, José Eli da. **Sustentabilidade: A legitimação de um novo valor**. 2. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2011. 160 p.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

QUESTIONÁRIO

- 1) Há quanto tempo você usa a escola? anos
- 2) Qual a função que você ocupa?
- ☐ Aluno ☐ Professor ☐ Funcionário

Responda, por favor, as perguntas abaixo com um número, onde:

1 – péssimo 2 – precário 3 – regular 4 – bom 5 – ótimo

- 3) Como você qualifica as salas de aula quanto ao seu tamanho? _____
- 4) Como você qualifica as salas de aula quanto a iluminação? _____
- 5) Como você qualifica as salas de aula quanto aos ruídos internos? _____
- 6) Como você qualifica as salas de aula quanto aos ruídos externos? _____
- 7) Como você qualifica as salas de aula quanto à temperatura no verão? _____
- 8) Como você qualifica as salas de aula quanto à temperatura no inverno? _____
- 9) Qual a sua opinião quanto a largura dos corredores? _____
- 10) Qual a sua opinião quanto ao uso da escola pelo deficiente físico? _____
- 11) Qual a sua opinião quanto a localização dos sanitários? _____
- 12) Qual a sua opinião quanto a quantidade de sanitários? _____
- 13) Qual a sua opinião quanto a ventilação dos sanitários? _____
- 14) Qual a sua opinião quanto a sinalização interna da escola? _____
- 15) Como você qualifica a segurança da escola contra terceiros? _____
- 16) Como você qualifica a segurança da escola contra fogo? _____
- 17) Como você qualifica a segurança da escola contra acidentes? _____
- 18) Como você qualifica a localização da secretaria? _____
- 19) Como você qualifica a localização da diretoria? _____
- 20) Como você qualifica a localização da cantina? _____
- 21) Quanto a aparência externa da escola, qual a sua avaliação? _____
- 22) Quanto a área de lazer da escola, qual a sua avaliação? _____
- 23) Quanto a localização dos bebedouros, qual a sua avaliação? _____
- 24) Quanto a facilidade de manuseio das janelas, qual a sua avaliação? _____